



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

*DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA TÉRMICA  
DE FLUIDOS 2014*

## PROYECTO FÍN DE CARRERA

# CLIMATIZACIÓN Y ACS EN UN HOTEL POR MEDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES



AUTOR: SERGIO FERRER MARTÍN

TUTOR: ANTONIO SORIA VERDUGO

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	45
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	49
4. CARGAS TÉRMICAS	103
5. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE	141
6. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN	175
7. CONDUCTOS DE AIRE	247
8. ENERGÍA GEOTÉRMICA	289
9. ENERGÍA Y ACS	309
10. PLANOS	378
11. CONCLUSIONES	381
12. ANEXOS	383
13. BIBLIOGRAFÍA	467

## AGRADECIMIENTOS

He de expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que me han dado la oportunidad de desarrollarme, tanto intelectualmente como personalmente. Su influencia ha sido de una importancia capital para poder llegar al punto en el que me encuentro, finalizando una carrera y el proyecto de la misma.

No puedo nombrar a todos, pero si quiero reconocer específicamente el valor a algunos de ellos:

Mi familia, por su apoyo y empuje.

Al tutor de este proyecto, Antonio Soria Verdugo, cuya importancia ha sido vital para el desarrollo y ejecución de este proyecto. También agradecerle su ayuda prestada en otros ámbitos a parte del proyecto. Muchas gracias Antonio, me has ayudado bastante en la última etapa de la carrera.

Mis compañeros y amigos de clase, los cuales me han ayudado y me han motivado a hacerlo lo mejor posible durante estos años de carrera. En especial a Lino y Miguel Contra, siempre han estado cuando se le necesitaba, a Paula y Alberto, por el apoyo en los momentos clave; y Esther y Miguel Baquero que me ayudaron y no cesaban de motivar. Muchas gracias.

A mis compañeros de equipo de Waterpolo, de un valor incalculable, con los cuales he pasado muchos momentos especiales durante estos últimos años.

Especialmente muchas gracias a un grupo de amigos de una etapa increíble que me hicieron madurar Antonio, Raúl, Iván, Lali, Marc, Soléne, Paulo, Nicole, Marion, Brenda y mis amigos coreanos y japoneses: Jacob, Seonki, Niki, Chan y Tonic. Thank you for everything!

También he de agradecer a mis profesores del colegio, Jose Carlos y Jose Luis Contreras que han sido un referente y unos guías.

Por supuesto un agradecimiento especial al apoyo diario y continuo de Vero.

A Mella y Luis Manuel. Muchas gracias.

Y a todos aquellos que olvido nombrar.

*El agradecimiento es la memoria del corazón.*

Sergio Ferrer Martín

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0-1 Energías renovables .....	13
Figura 0-2.Fuentes de energía.....	14
Figura 0-3.La energía solar .....	17
Figura 0-4. Movimiento solar .....	18
Figura 0-5. Capas de la tierra .....	19
Figura 0-6.Temperatura del terreno en función de la profundidad .....	21
Figura 0-7.Esquemas de captación geotérmicos.....	22
Figura 0-8.La energía geotérmica en Europa .....	22
Figura 0-9.Consumo de Energía en 2010 .....	23
Figura 0-10. Eficiencia energética en una vivienda. Ecovivienda.....	32
Figura 0-11. Muro de Trombe .....	35
Figura 0-13. Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	37
Figura 0-12. Contaminación atmosférica .....	37
Figura 0-14. Objetivo de la reducción de emisiones en Europa.....	39
Figura 3-1. Vista cara Norte del hotel .....	52
Figura 3-2. Vista cara Sur del hotel .....	52
Figura 3-3. Localización del hotel .....	53
Figura 3-4.Vista interior del edificio .....	55
Figura 3-5 Envoltiente del edificio .....	60
Figura 3-6. Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límites .....	62
Figura 6-1 Esquema aire-agua.....	180
Figura 6-2 Esquema de los caudales de aire de la habitación 5 PB.....	183
Figura 6-3 Diagrama psicométrico de una habitación .....	185
Figura 6-4 Sistema de fancoils.....	194
Figura 6-5 Sistema de freecooling.....	195
Figura 6-6 Climatizador mezcla con recuperación .....	196
Figura 6-7 Esquema de los caudales de aire de los locales (verano) .....	199
Figura 6-8 Recuperador de calor .....	201
Figura 6-9. Diagrama psicométrico de refrigeración por Climatizador.....	205
Figura 6-10 Esquema de los caudales de aire de los locales (invierno) .....	206
Figura 6-11. Diagrama psicrometrico calefacción por medio del Climatizador .....	210
Figura 6-12 Esquema de los caudales de aire del gimnasio (verano) .....	211
Figura 6-13. Diagrama psicométrico refrigeración del gimnasio .....	217
Figura 6-14 Esquema de los caudales de aire del gimnasio (invierno) .....	218
Figura 6-15. Diagrama psicométrico calefacción del gimnasio.....	222
Figura 6-16 Esquema de los caudales de aire cocina (verano) .....	223
Figura 7-1. Vista de distribución de conductos.....	250
Figura 7-2. Esquema de conductos de aire .....	251
Figura 7-3 Conductos impulsión de la Planta Baja (desciende por el Patinillo 5) .....	253
Figura 7-4 Distribución de conductos por la PB descendiendo por el patinillo 5 .....	256
Figura 7-5 Distribución de conductos de impulsión por la PB y PP por los patinillos 2-3-4-5-7-8-9-y 10.....	257



Figura 7-6 Distribución de conductos de impulsión por la PB y PP por el patinillo 1 .....	257
Figura 7-7 Distribución de conductos de impulsión por la PP por el patinillo 6. ....	258
Figura 7-8 Distribución de conductos de impulsión por la PB por el patinillo 6 .....	258
Figura 7-9 Distribución de conductos de impulsión por la azotea (ala izquierda) .....	259
Figura 7-10 Distribución de conductos de impulsión por la azotea (ala derecha).....	259
Figura 7-11 Distribución de retorno conductos por patinillo 2-3-4-5-7-8-9-10) .....	260
Figura 7-12 Distribución de retorno de la PP por el patinillo 1.....	260
Figura 7-13 Distribución de retorno de la PP por el patinillo 6.....	261
Figura 7-14 Distribución de retorno de la PB por el patinillo 1y 6.....	261
Figura 7-15 Distribución de conductos retorno por la azotea (Ala derecha).....	262
Figura 7-16 Distribución de conductos retorno por la azotea (Ala izquierda).....	262
Figura 7-17 Conductos de extracción de los baños por la azotea (Ala izquierda) .....	263
Figura 7-18 Conductos de extracción de los baños por la azotea (Ala derecha) .....	263
Figura 7-19 Conductos de impulsión de aire del restaurante y de los aseos por el patinillo 11 .....	264
Figura 7-20 Conductos de impulsión de aire del almacén (6), pasillo y cuarto de control.....	264
Figura 7-21 Conductos de impulsión de aire de las oficinas y la recepción por el patinillo 11 .....	265
Figura 7-22 Distribución de los conductos de retorno de aire de la recepción (13) por el patinillo 11.....	266
Figura 7-23 Conductos de retorno de aire de la oficina y restaurante por patinillo 11.....	266
Figura 7-24 Distribución de los conductos de impulsión de aire del restaurante (9) por el patinillo 12.....	267
Figura 7-25 Distribución de los conductos de retorno del restaurante (4) por el patinillo 12 .....	267
Figura 7-26 Conductos de extracción de aire del restaurante (8) por el patinillo 12 .....	267
Figura 7-27 Conductos de extracción de aire del almacén, cuarto de control y vestíbulo de oficinas .....	268
Figura 7-28 Distribución de los conductos de extracción de aire de la cocina por el patinillo 12 .....	269
Figura 7-29 Distribución de los conductos de impulsión de aire de la cocina por el patinillo 12 .....	269
Figura 7-30 Conductos de extracción de aire del almacén 1 y del vestíbulo.....	270
Figura 7-31 Conductos de impulsión de aire de ventilación de la lavandería y almacén 1 por el patinillo 14.....	270
Figura 7-32 Conductos de extracción del cuarto de basuras .....	271
Figura 7-33 Impulsión de aire de vestíbulo independiente (8) y el cuarto basuras.....	271
Figura 7-34 Conductos de extracción de los aseos del gimnasio .....	272
Figura 7-35 Conductos de impulsión de aire del vestíbulo independiente (6) .....	272
Figura 7-36 Conductos de impulsión de los aseos del gimnasio.....	272
Figura 7-37 Conductos de retorno de aire del gimnasio por el patinillo 17 .....	273
Figura 7-38 Conductos de impulsión de aire del gimnasio .....	273
Figura 7-39. Conductos de retorno de aire del vestíbulo por el patinillo 17 .....	274
Figura 8-1 Bomba geotérmica.....	291
Figura 8-3 Esquema de funcionamiento bomba de calor .....	292
Figura 8-2 Variación temperatura del suelo .....	292
Figura 8-4 Comparación sistema convencional Vs Geotermia.....	294

Figura 8-5 Captación horizontal .....	295
Figura 8-6 Perforación vertical .....	295
Figura 8-7 Sondas geotérmicas .....	296
Figura 8-8 Circuito abierto .....	296
Figura 8-9 Bomba de calor .....	297
Figura 8-10 Esquema funcionamiento bomba geotérmica.....	299
Figura 8-11Ciclo calorífico .....	300
Figura 8-12 Ciclo frigorífico .....	301
Figura 8-13 Principales tipos de bombas geotérmicas.....	302
Figura 8-14Tipos de suelos en Andalucía .....	304
Figura 8-15 Configuración de la instalación geotérmica .....	305
Figura 8-16. Esquema geotérmico .....	308
Figura 9-1 Producción de ACS .....	320
Figura 9-2 Esquema instalación solar.....	321
Figura 9-3 Contribución solar mínima en %, caso general.....	322
Figura 9-4 Tipos de zonas según la irradiación en España .....	322
Figura 9-5 Superficie del captador solar .....	324
Figura 9-6 Esquema de pérdidas de un captador solar.....	325
Figura 9-7 Captadores Junker en la azotea .....	326
Figura 9-8 Conexionado de captadores .....	327
Figura 9-9 Captadores solar en la azotea .....	330
Figura 9-10 Separación entre captadores .....	331
Figura 9-11 Disipadores de calor.....	340
Figura 9-12 Aerotermos en la azotea.....	340
Figura 9-13 Intercambiador de calor.....	342
Figura 9-14 Intercambiador de calor detallado .....	344
Figura 9-15 Esquema circuito hidráulico solar .....	345
Figura 9-16 Esquema del circuito primario de ida y retorno de los colectores .....	346
Figura 9-17 Imagen de los conductos de un captador solar .....	346
Figura 9-18 Imagen del suministro de ACS Y AF a un baño de una habitación.....	356
Figura 9-19 Distribución de los caudales de ACS por cada planta .....	358
Figura 9-20 Distribución de los caudales de retorno de ACS por cada planta .....	363
Figura 9-21 Imagen del espesor mínimo de aislante .....	364
Figura 9-22 Sistema de control del circuito solar.....	372

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1.Evolución de los consumos de energía. FUENTE: Saladié Oliveras J. 2010 .....	24
Gráfico 1-2.Evolución de la energía primaria.....	24
Gráfico 1-3. Previsión de barriles de petróleo por año.....	25
Gráfico 1-4.Dependencia energética de España entre 2004-2012 .....	26
Gráfico 1-5.Consumo de la energía primaria en España 2010-2011.....	27
Gráfico 1-7. Evolución de la demanda energética de España entre 2007-2012 .....	28
Gráfico 1-6.Energía renovable en España .....	28
Gráfico 1-8. Intensidad energética en España 2004-2012 .....	29
Gráfico 1-9. Energía por sectores en España. FUENTE: Balances energéticos IAE.....	30
Gráfico 1-10. Consumo energético en España .....	31
Gráfico 1-11. Consumo de energía según los usos en España .....	31
Gráfico 1-12.Plan de reducción uso de energías fósiles .....	40
Gráfico 1-13. Plan ROADMAP.....	40
Gráfico 1-14. Consumos de energía primaria por fuentes.....	43
Gráfico 1-15. Consumos y ahorros de energía primaria. FUENTE: IDAE.....	43
Gráfico 1-16. Consumos y ahorros de energía final .....	43
Gráfico 4-1. Cargas internas y externas de refrigeración.....	106
Gráfico 8-1Variación del COP y EER en función de la profundidad.....	306
Gráfico 9-1 Producción de kWh/mes.....	323
Gráfico 9-2 Pérdidas de radiación solar debido a las sombras .....	329
Gráfico 9-3 Pérdidas de radiación solar por orientación e inclinación .....	330
Gráfico 9-4 Valores mensuales medios $T^a$ .....	335
Gráfico 9-5 Valores mensuales medios de radiación solar .....	336
Gráfico 9-6 Gráfico anual de a.c.s. kWh/mes .....	337
Gráfico 9-7 Distribución de entrada y salida temperaturas en un intercambiador.....	353
Gráfico 9-8 Abaco de pérdida de carga de las tuberías de ACS de retorno en mmca/m .....	361
Gráfico 9-9 Abaco de pérdida de carga de ACS de retorno del tramo a la lavandería .....	362

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1-1 Recursos geotérmicos. Aplicaciones .....	20
Tabla. 1-2 Consumos de energía primaria por fuentes.....	42
Tabla. 1-3 Ahorros de energía final por sectores. FUENTE: IDAE.....	44
Tabla. 3-1 Superficies de las plantas del hotel .....	51
Tabla. 3-2 Condiciones exteriores en verano .....	54
Tabla. 3-3 Condiciones exteriores en invierno .....	54
Tabla. 3-4 Otros parámetros .....	54
Tabla. 3-5 Condiciones interiores.....	54
Tabla. 3-6 Superficies y volúmenes de las dependencias de la planta baja.....	57
Tabla. 3-7 Superficies y volúmenes de las dependencias de la primera planta.....	58
Tabla. 3-8 Superficies y volúmenes de las dependencias de la azotea .....	58
Tabla. 3-9 Horario de funcionamiento .....	59
Tabla. 3-10 Ocupación de cada recinto.....	59
Tabla. 3-11 Potencia de Iluminación de cada recinto .....	59
Tabla. 3-12 Coeficientes de transmisión .....	70
Tabla. 3-13 Transmitancia térmica $U_s$ en $W/m^2 K$ .....	91
Tabla. 3-14 Transmitancia térmica $U_s$ en $W/m^2 K$ .....	92
Tabla. 4-1 Cargas exteriores e interiores .....	105
Tabla. 5-1 Temperatura óptima interior .....	145
Tabla. 5-2 Humedad óptima interior.....	145
Tabla. 5-3 Calidad de aire interior.....	146
Tabla. 5-4 Clases de filtración .....	147
Tabla. 5-5 Nivel potencia de acústic .....	150
Tabla. 5-6 Diámetros mínimos en función de la potencia térmica nomina.....	154
Tabla. 5-7 Aislamiento térmico en conductos.....	161
Tabla. 5-8 Caída de presión en componentes de la instalación.....	162
Tabla. 5-9 Caídas de presión en los componentes de la climatización .....	163
Tabla. 5-10 Caída de presión en las rejillas y difusores.....	163
Tabla. 6-1 Caudales de aire en locales climatizados .....	177
Tabla. 6-2 Caudal de aire en el cuarto de basuras .....	177
Tabla. 6-3 Caudal de aire en la lavandería .....	178
Tabla. 6-4 caudal de aire en aseos .....	178
Tabla. 6-5 Caudales de aire en almacenes .....	178
Tabla. 6-6 Caudal de aire en pasillos y zonas comunes .....	179
Tabla. 6-7 Caudales de aire de los recintos climatizados.....	198
Tabla. 6-8 Datos Cálculo Climatizador en verano .....	198
Tabla. 6-9 Propiedades de los diferentes puntos del circuito del climatizador .....	203
Tabla. 6-10 Datos cálculo climatizador en invierno .....	206
Tabla. 6-11 Caudal de aire del gimnasio .....	211
Tabla. 6-12 Datos Cálculo Climatizador en verano. ....	211
Tabla. 6-13 Propiedades de los diferentes puntos del circuito del climatizador .....	215
Tabla. 6-14 Datos cálculo climatizador en invierno. ....	218
Tabla. 6-15 Caudal de aire de la cocina.....	223

Tabla. 6-16 Datos Cálculo Climatizador en verano de la cocina .....	223
Tabla. 6-17 Datos cálculo climatizador en invierno de la cocina .....	228
Tabla. 6-1-18 Tamaño tuberías de fancoils planta baja .....	232
Tabla. 6-1-20 Tuberías de fancoil para cada tramo .....	236
Tabla. 8-1 Propiedades termofísicas para agua glicolada .....	291
Tabla. 8-2 Eficiencias diferentes bombas geotérmicas .....	302
Tabla. 9-1 Caudal de una habitación de ACS.....	313
Tabla. 9-2 Parámetros del cálculo de caudales.....	314
Tabla. 9-3 Coeficientes de simultaneidad hotel.....	314
Tabla. 9-4 Coeficiente simultaneidad gimnasio .....	314
Tabla. 9-5 Demanda de referencia a 60°C .....	315
Tabla. 9-6 Pérdidas límite orientación e inclinación .....	328
Tabla. 9-7 Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores.....	330
Tabla. 9-8 Energía incidente mensual .....	335
Tabla. 9-9 Parámetros D1 y D2.....	336
Tabla. 9-10 Fracción solar mensual y energética útil mensual .....	336
Tabla. 9-11 Características del fluido calorífico .....	341
Tabla. 9-12 Espesores mínimos de aislamiento de las tuberías.....	348
Tabla. 9-13 Valores de K y L/D para distintos de elementos singulares .....	348
Tabla. 9-14 Pérdida de carga en el circuito primario solar ala izquierda.....	349
Tabla. 9-15 Plano circuito hidráulico del ala derecha .....	350
Tabla. 9-16 Pérdida de carga en el circuito primario solar ala derecha.....	351
Tabla. 9-17 Pérdida de carga del circuito secundario solar .....	354
Tabla. 9-18 Caudal instantáneo mínimo de suministro para cada tipo de aparato.....	355
Tabla. 9-19 Caudal de ACS que circula por cada tramo .....	357
Tabla. 9-20 Pérdida de carga circuito de ACS hasta la habitación 20 .....	359
Tabla. 9-21 Pérdida de carga ACS circuito hasta la lavandería .....	359
Tabla. 9-22 Relación del diámetro de la tubería con el caudal de ACS.....	360
Tabla. 9-23 Diámetro en pulgadas de las tuberías de retorno de ACS por las habitaciones ....	360
Tabla. 9-24 Diámetro en pulgadas de las tuberías de retorno de ACS por los locales .....	361
Tabla. 9-25 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías .....	364
Tabla. 9-26 Aislamiento del circuito de ACS en mm .....	365
Tabla. 9-27 Diámetros nominales para vaciado en función de la potencia .....	366
Tabla. 9-28 Coeficiente Ce .....	368
Tabla. 11-1 Características técnicas extractores SODECA.....	456

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4-1 Carga por transmisión.....	107
Ecuación 4-2. Cargas por irradiación.....	108
Ecuación 4-3.Carga sensible de ventilación .....	112
Ecuación 4-4. Carga latente de ventilación .....	112
Ecuación 5-1 Cálculo del aislamiento de conductos .....	161
Ecuación 6-1. Cálculo del caudal de impulsión .....	181
Ecuación 7-1 Parámetros para el cálculo de pérdida de carga primaria en conductos.....	252
Ecuación 7-2 Pérdida de carga unitaria conductos de aire .....	252
Ecuación 9-1 Energía necesaria.....	317
Ecuación 9-2 Volumen de acumulación de ACS.....	317
Ecuación 9-3 Potencia de la caldera.....	318
Ecuación 9-4 Demanda Energética mensual.....	323
Ecuación 9-5 Radiación solar incidente por mes por m <sup>2</sup> de captador .....	332
Ecuación 9-6 Cálculo EAmes.....	333
Ecuación 9-7 Parámetros empleados para el cálculo EAmes.....	333
Ecuación 9-8 Cálculo $EP_{mes}$ .....	333
Ecuación 9-9 Cálculo $F'_R \cdot U$ .....	334
Ecuación 9-10 Cálculo de K .....	334
Ecuación 9-11 Cálculo de $K_2$ .....	334
Ecuación 9-12 Cálculo de la Fracción solar anual.....	334
Ecuación 9-13 Relación Volumen de acumulación y Área de los captadores.....	338
Ecuación 9-14 Cálculo de la Potencia del Intercambiador .....	342
Ecuación 9-15 Cálculo caudal agua por una tubería .....	345
Ecuación 9-16 Cálculo del caudal que circula por el primario .....	346
Ecuación 9-17 Pérdida de carga unitaria (mmca/m).....	347
Ecuación 9-18 Potencia de un intercambiador .....	352
Ecuación 9-19 Eficiencia de un intercambiador .....	353
Ecuación 9-20.Cálculo del caudal de ACS.....	356
Ecuación 9-21 Espesor mínimo de las tuberías.....	364
Ecuación 9-22 Cálculo del volumen nominal del vaso de expansión.....	368
Ecuación 9-23 Cálculo del volumen útil del vaso de expansión.....	368
Ecuación 9-24 Relación Volumen de acumulación y Área de los captadores.....	371
Ecuación 9-25 Cálculo Pérdida de Presión .....	374
Ecuación 9-26 Cálculo Potencia de una bomba .....	374
Ecuación 9-27 Cálculo de la altura manométrica de la Bomba del circuito solar .....	375

# 1. INTRODUCCIÓN



## ÍNDICE DE INTRODUCCIÓN

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 LA ENERGÍA .....</b>	<b>13</b>
1.1.1 INTRODUCCION .....	13
1.1.2 UNIDADES.....	13
1.1.3 PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA.....	14
1.1.4 FUENTES DE ENERGÍA .....	14
1.1.5 LA RADIACIÓN SOLAR.....	16
1.1.6 MAGNITUDES ENERGÍA SOLAR .....	18
1.1.7 EL MOVIMIENTO SOLAR.....	18
1.1.8 EL APROVECHAMIENTO SOLAR.....	19
1.1.9 ENERGÍA GEOTÉRMICA .....	19
<b>1.2 CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL .....</b>	<b>23</b>
1.2.1 EL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA.....	23
1.2.1.1 Estimaciones del crecimiento futuro del consumo de energía.....	25
1.2.1.2 Reservas mundiales de energías no renovables. ....	25
1.2.1.3 Energía renovable- Consumo mundial.....	26
1.2.2 EL CONSUMO ENERGÉTICO ESPAÑOL.....	26
1.2.2.1 Dependencia energética .....	26
1.2.2.2 Consumo de energía primaria.....	27
1.2.2.3 Las energías renovables .....	28
1.2.2.4 Evolución de la demanda energética .....	28
1.2.2.5 La intensidad energética .....	29
1.2.2.6 Distribución de energía por sectores .....	30
<b>1.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA .....</b>	<b>32</b>
1.3.1 INTRODUCCIÓN .....	32
1.3.2 DISEÑO DE UNA CASA ECOLÓGICA .....	33
1.3.2.1 Principios básicos de la construcción ecológica.....	33
1.3.2.2 La Energía Solar Pasiva .....	34
1.3.2.3 La Energía Solar Activa .....	36
<b>1.4 IMPACTO AMBIENTAL DE LA ENERGÍA.....</b>	<b>37</b>
<b>1.5 RESPUESTAS INTERNACIONALES .....</b>	<b>39</b>
1.5.1 ROADMAP 2050 .....	39
<b>1.6 SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....</b>	<b>42</b>

## 1.1 LA ENERGÍA

### 1.1.1 INTRODUCCION

La energía es la capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo.

Todas las actividades que se desarrollan en nuestro planeta necesitan aporte de energía. Debido a ello, la energía es un factor clave, y de su utilización y el impacto de este uso sobre el medio ambiente, depende el progreso de nuestra sociedad y la supervivencia de las actuales formas de vida de nuestro planeta.



*Figura 0-1 Energías renovables*

### 1.1.2 UNIDADES

La unidad del Sistema Internacional que mide la energía es el julio (J), que viene representada por la siguiente fórmula:

$$J = \frac{\text{Watio (W)}}{\text{Segundo (s)}}$$

Otras unidades de medida de la energía son:

- **Caloría:** Cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado de 14,5 a 15,5 °C, a presión constante.
- **Frigoría:** Es una caloría negativa. Es la energía que hay que sustraer de un gramo de agua para enfriarlo un grado centígrado.
- **Termia:** Equivalente a un millón de calorías.
- **Kilovatio hora:** Energía desarrollada por una unidad de potencia (Kw) durante una hora.
- **Tonelada equivalente de petróleo:** Cantidad de energía similar a la que produce la combustión de una tonelada de petróleo.

### 1.1.3 PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA

#### Primera Ley de la termodinámica:

*“La energía es que ni se crea ni se destruye, sólo se transforma”.*

Este principio justifica las diferentes formas o estados que puede adoptar la energía en un mismo sistema.

### 1.1.4 FUENTES DE ENERGÍA

Una fuente de energía es una disposición o sistema que permite transferir energía de un sistema a otro.

Las fuentes de energía se dividen en dos grandes grupos:

- las energías renovables.
- las energías no renovables.

Las fuentes de energía renovable son inagotables a escala humana y tienen, principalmente, un origen solar.

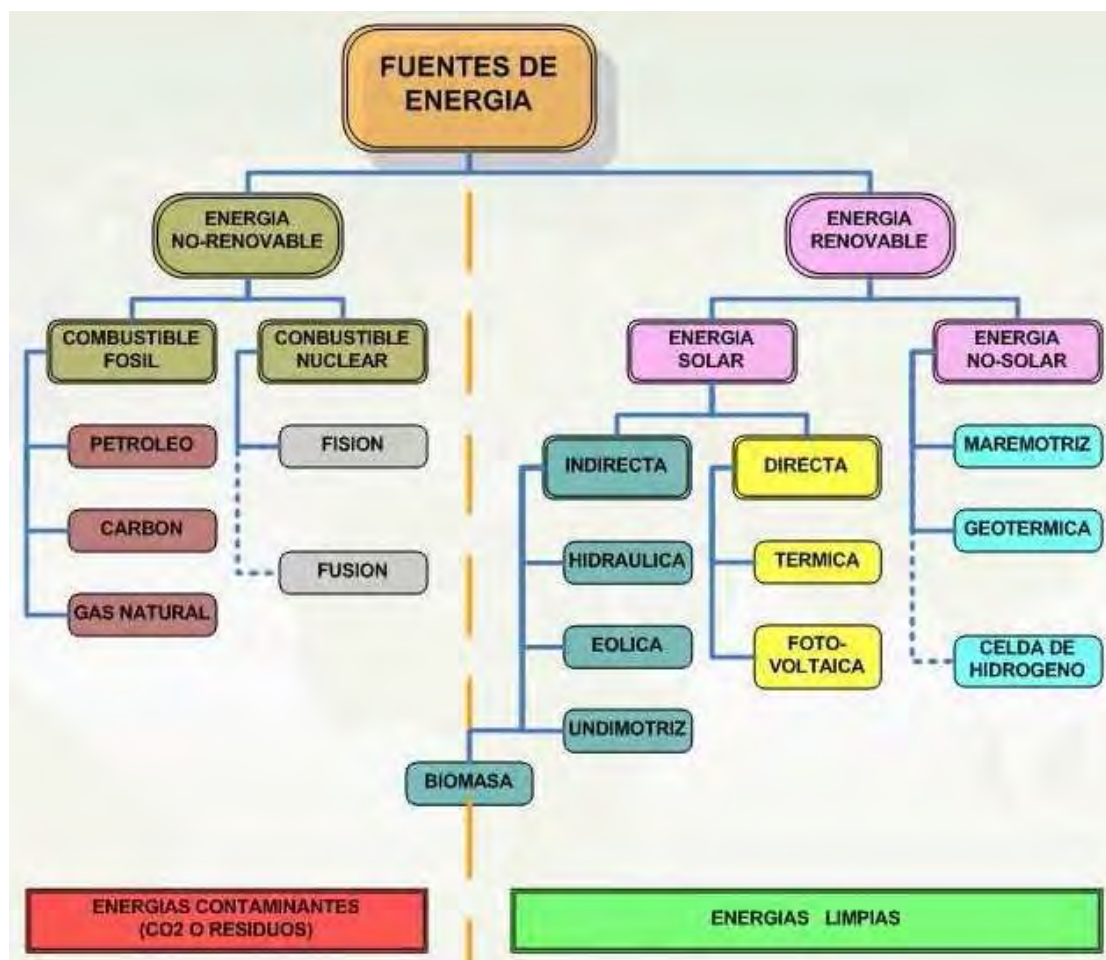


Figura 0-2. Fuentes de energía

La inmensa mayoría de la energía disponible es de procedencia solar

Se denomina **energía primaria** a los recursos naturales disponibles en forma directa (como la energía hidráulica, biomasa, leña, eólica y solar) o indirecta (después de atravesar por un proceso minero, como por ejemplo la extracción de petróleo crudo, gas natural, carbón mineral, etc) para su uso energético, sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación.

Las principales fuentes de energía primaria son:

<b>NO RENOVABLES</b>	<b>Energía fósil</b>	Son el carbón, el gas natural y los productos petrolíferos.
	<b>Energía nuclear</b>	<p>Consiste en energía de fisión y energía de fusión.</p> <p>La fisión libera gran cantidad de energía en forma de calor que.</p> <p>La fusión consiste en aprovechar la energía liberada en el proceso de unión de dos átomos.</p>
<b>RENOVABLES</b>	<b>Energía solar</b>	<p>Se puede aprovechar la energía del sol en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ producir calor (solar térmica)</li> <li>➤ producir electricidad (fotovoltaica).</li> </ul>
	<b>Energía eólica</b>	<p>La variación de temperaturas en la atmósfera produce movimientos de la masa de aire.</p> <p>El viento es aprovechado por los aerogeneradores para producir energía eléctrica.</p>
	<b>Energía hidráulica</b>	La energía acumulada en las masas de agua es transformada en electricidad a través de unas turbinas.
	<b>Energía de la biomasa</b>	<p>Procede de la materia orgánica y algunos residuos.</p> <p>Su combustión no altera el balance de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, ya que ésta absorbe la misma cantidad de CO<sub>2</sub> para su crecimiento que luego libera durante su combustión.</p>
	<b>Energía geotérmica</b>	Es la energía derivada del calor almacenado en el interior de la tierra.
	<b>Energía del mar</b>	Es la energía de las mareas, la energía de las olas y la obtenida de los gradientes térmicos a distintas profundidades de los océanos

Los combustibles químicos (fósiles y biomasa) son la fuente primordial para la humanidad.

La energía nuclear, actualmente solo de fisión, se emplea convirtiéndola en energética térmica y a continuación en energía eléctrica en las centrales nucleares.

El uso de las energías renovables es muy minoritario, salvo en Sudáfrica (60% procedente de la madera e hidráulica) y África (excepto Sudáfrica y Norte de África) donde el 70% procede de la madera. En los países desarrollados, la mayoría de las renovables es hidráulica.

**La energía secundaria** consiste cuando la energía es convertida en otro tipo de energía, generalmente en una planta. Como energías secundarias tenemos:

- Energía química para acumular la energía: combustibles, pilas, alimentos.
- Energía térmica para transportar la energía: Redes de vapor, redes de agua caliente o fría.
- Energía potencial: bombeo de agua entre dos diferentes alturas manométricas.

**La energía final** es la forma de energía deseada por el consumidor, calor o trabajo. Generalmente se hace uso de:

- Productos energéticos: Proceden de una fuente (combustibles fósiles).
- Vector energético: No proceden de una fuente (electricidad, hidrógeno).

### 1.1.5 LA RADIACIÓN SOLAR

La energía del Sol llega a la Tierra en forma de ondas. Las ondas electromagnéticas se caracterizan por la frecuencia y cuanto mayor sea, mayor es la cantidad de energía transportada por la onda.

Otra propiedad de las ondas electromagnéticas es la longitud de onda, que es la velocidad de la luz entre la frecuencia de la onda. La longitud de onda viene representada por la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

No toda la radiación solar que incide sobre la atmósfera llega hasta la superficie de nuestro planeta. Se producen los siguientes fenómenos físicos:

- **Reflexión.** Una parte de la radiación se refleja en la parte superior de las nubes.

- **Difusión.** Los rayos solares chocan con las moléculas gaseosas y partículas de polvo difundiéndose en todas direcciones, de forma que una parte vuelve al espacio.
- **Absorción.** Una parte de la radiación es absorbida por las moléculas presentes en la atmósfera.

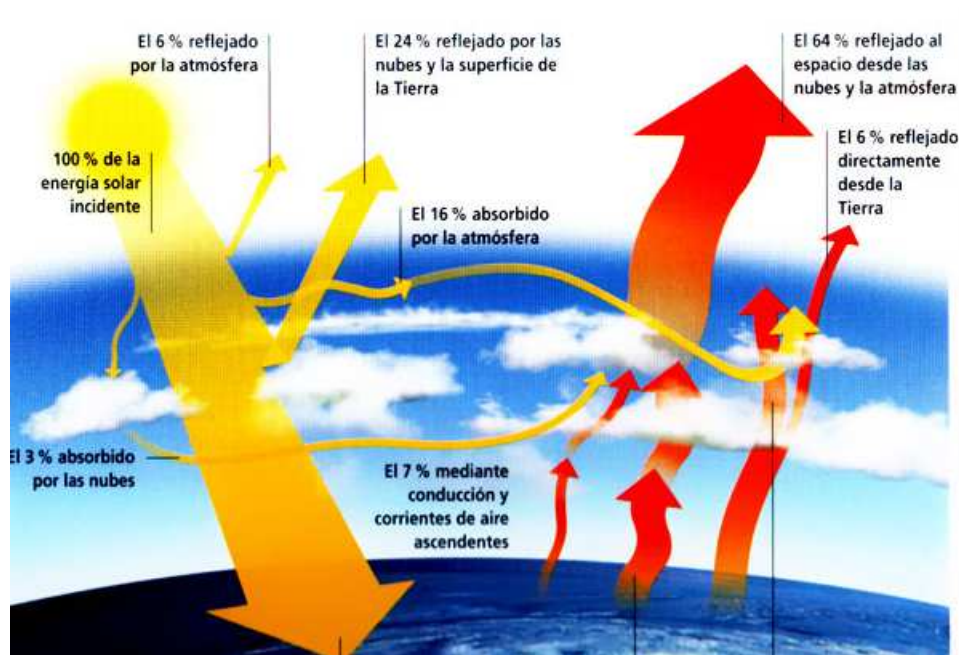


Figura 0-3. La energía solar

La superficie terrestre recibirá los siguientes tipos de radiación:

- **Radiación directa.** Aquellos rayos que alcanzan la superficie terrestre sin ser desviados.
- **Radiación Difusa.** Debido a la nubosidad.
- **Radiación Reflejada.** Debido a la reflexión por el terreno.

De los  $324 \text{ W/m}^2$  que llegan de media a la Tierra, en la parte alta de la atmósfera ( $1400 \text{ W/m}^2$  es la constante solar);  $236 \text{ W/m}^2$  son reflejados al espacio en forma de radiación infrarroja,  $86 \text{ W/m}^2$  son reflejados por las nubes y  $20 \text{ W/m}^2$  son reflejados por el suelo en forma de radiaciones de onda corta. Pero el reenvío de energía no se hace directamente, sino que parte de la energía reflejada es absorbida por la atmósfera y devuelta a la superficie, originándose el "efecto invernadero".

Las radiaciones que llegan del sol vienen de un cuerpo que está a  $6000^\circ\text{C}$ , pero las radiaciones que la superficie devuelve tienen la composición de longitudes de onda correspondientes a un cuerpo negro que esté a  $15^\circ\text{C}$ . Por



este motivo las radiaciones reflejadas tienen longitudes de onda de menor frecuencia que las recibidas. Están en la zona del infrarrojo y casi todas son absorbidas por el  $\text{CO}_2$ , el vapor de agua, el metano y otros, por lo que se forma el efecto invernadero. Así se retrasa la salida de la energía desde la Tierra al espacio y se origina el llamado efecto invernadero que mantiene la temperatura media en unos  $15^\circ\text{C}$  y no en los  $-18^\circ\text{C}$  que tendría si no existiera la atmósfera

### 1.1.6 MAGNITUDES ENERGÍA SOLAR

Para definir la energía solar que llega a una superficie se usan las siguientes magnitudes:

- **Irradiancia (I):** Potencia solar incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en  $\text{W}/\text{m}^2$ .
- **Irradiación (E):** Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se expresa en  $\text{MJ}/\text{m}^2$  o  $\text{kWh}/\text{m}^2$ .

La cantidad de radiación directa que recibe una superficie depende del ángulo formado entre ésta y los rayos solares incidentes. La radiación será máxima si la superficie está situada perpendicularmente a los rayos solares.

### 1.1.7 EL MOVIMIENTO SOLAR

La posición del Sol se define en cada instante con respecto a un punto situado en la Tierra se utilizan dos coordenadas, el azimut solar [ $\gamma$ ] y la altura solar [ $h$ ].

El azimut es el ángulo de giro del Sol con respecto al sur geográfico medido sobre el plano horizontal. Un valor de  $0^\circ$  del azimut se dará cuando el Sol esté exactamente sobre el Sur geográfico y coincidirá con el mediodía solar.

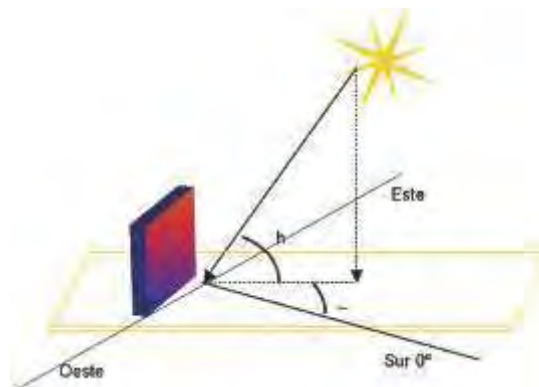


Figura 0-4. Movimiento solar



La altura solar es el ángulo que forman los rayos solares sobre la horizontal. Este valor varía a lo largo del día y del año. El Sol sale desde la horizontal para llegar a su máxima altura al mediodía solar y luego ir disminuyendo hasta que se pone por el Oeste. Cada día la altura máxima que alcanza el Sol varía consiguiendo la altura máxima durante el solsticio de verano (21 de junio en el hemisferio Norte) y la altura mínima durante el solsticio de invierno (21 de diciembre en el hemisferio Norte).

### 1.1.8 EL APROVECHAMIENTO SOLAR

Existen dos tipos de aprovechamiento solar:

- **Sistemas Térmicos.** Aprovechan la radiación solar como un sistema de calentamiento.
  - Activos: Aprovechan la energía de la radiación solar mediante un captador ( $\eta = 30-70\%$ ) por el que circula un fluido y la transfieren a un sistema para su aprovechamiento posterior.
  - Pasivos: Por medio del el diseño arquitectónico.
- **Fotovoltaicos.** Son utilizados para la producción de energía eléctrica. Poseen un rendimiento entre un 12-14%.

### 1.1.9 ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica.

Se trata de una energía considerada limpia, renovable y altamente eficiente, aplicable tanto en grandes edificios -hospitales, fábricas, oficinas, etc.-, en viviendas e incluso en inmuebles ya construidos.

La temperatura de la tierra aumenta a medida que profundizamos hacia el interior. Según la zona geográfica, la temperatura es diferente y determina el posible aprovechamiento energético:

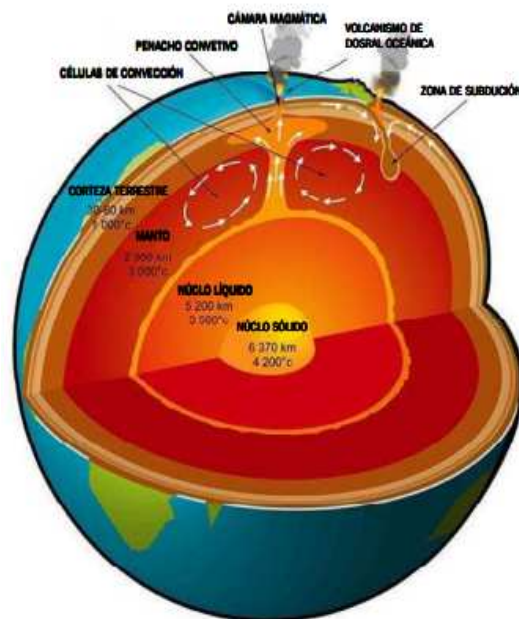


Figura 0-5. Capas de la tierra

electricidad y usos térmicos. Existen varios tipos de energía geotérmica:

- **Alta temperatura** se usa para producir electricidad. Se da en determinadas zonas de la tierra que disponen de acuíferos cuya temperatura está comprendida entre 150 y 400°C.
- **Temperaturas medias**, en zonas con temperaturas en torno a los 70-150°C, se pueden instalar pequeñas centrales eléctricas.
- **Baja y muy baja temperatura** (entre 15 y 60°), es una energía que podemos aprovechar para obtener calor y frío y sus aplicaciones son múltiples: Calefacción a través de suelos radiantes, radiadores, fancoils, agua caliente sanitaria, refrigeración, etc. por lo que su uso es posible tanto en el ámbito doméstico como en el industrial (viviendas, colegios, hospitales, hoteles, fábricas, invernaderos, instalaciones deportivas, centros comerciales, entre otros).

Los Recursos geotérmico engloban la porción de calor desprendido desde el interior de la Tierra que puede ser aprovechado por el hombre con las técnicas actuales.

Los recursos geotérmicos pueden ser clasificados bajo diversos criterios, aunque la clasificación más común es la basada en su temperatura:

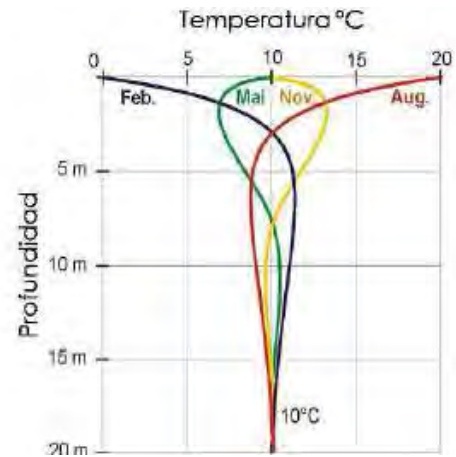
- Recursos de Muy Baja Temperatura ( $T < 25\text{ °C}$ )
- Recursos de Baja Temperatura ( $30\text{ °C} < T < 100\text{ °C}$ )
- Recursos de Media Temperatura ( $100\text{ °C} < T < 180\text{ °C}$ )
- Recursos de Alta Temperatura ( $T > 180\text{ °C}$ )
- Recursos en Sistemas Estimulados (EGS  $T > 180\text{ °C}$ )

Recursos geotérmicos		Temperatura	Tecnología	Aplicación
Convencionales	Muy baja entalpía	5-25 °C	Bomba de calor	Usos directos
				Climatización
	Baja entalpía	25-50°C	Puede precisar bomba de calor	Usos directos
		50-100°C		
	Media entalpía	100-150°C	Ciclo binario	Electricidad
				Procesos
	Alta entalpía	> 150°C		Electricidad
No convencionales	EGS-HDR	>150°C	Ciclo binario	Electricidad
	Supercríticos	>300°C		Electricidad
				Hidrógeno

*Tabla. 0-1 Recursos geotérmicos. Aplicaciones*

La temperatura media que tiene el subsuelo en un determinado punto es aproximadamente igual a la temperatura media anual de la zona. En España se estima que la temperatura media del subsuelo puede estar en torno a los 15 °C.

Si hacemos un estudio de la temperatura que tiene el subsuelo a medida que profundizamos en diferentes épocas del año, obtendremos el siguiente gráfico:



*Figura 0-6. Temperatura del terreno en función de la profundidad*

- **Azul:** En invierno, a medida que profundizamos, la temperatura va aumentando hasta alcanzar un valor fijo de 10 °C.
- **Roja:** En verano ocurre lo contrario; a medida que profundizamos la temperatura desciende hasta los 10 °C.
- **Verde y amarilla:** En primavera y otoño las variaciones son menores, llegándose a alcanzar, en profundidad, el mismo valor de 10 °C

Se deduce que a partir de una determinada profundidad, la temperatura del subsuelo es constante, e independiente de la estación anual en la que nos encontremos y por supuesto, independiente de la hora del día o de la noche.

A medida que se profundice, mayor importancia adquiere la energía procedente del interior de la tierra. Sin embargo en las primeras decenas de metros el sol es una auténtica fuente de energía, que no solo calienta la superficie de la corteza terrestre, sino que calienta toda la atmósfera y por consiguiente las nubes y el agua de lluvia que se convierte de esta manera en un aporte extra de energía al subsuelo.

Por debajo de 20 m de profundidad, la temperatura aumenta a razón de unos 3 °C cada 100 m como consecuencia del gradiente geotérmico. En la mayor parte de las regiones del planeta, las rocas se encuentran a una temperatura de 25 – 30 °C a 500 m de profundidad.

Un parámetro clave para el dimensionamiento de una sonda geotérmica es la potencia de extracción de calor por metro lineal de sonda, y varía, generalmente, entre 20 y 70 W/m.

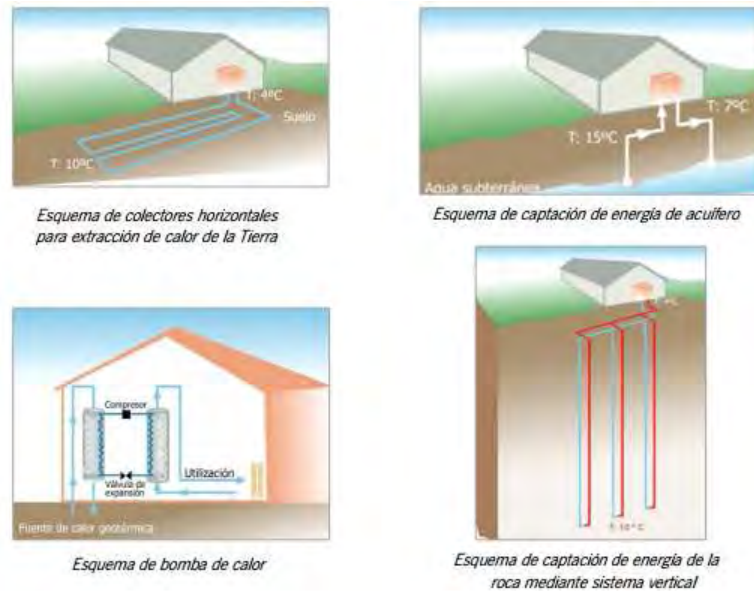


Figura 0-7. Esquemas de captación geotérmicos

En el caso de requerir mayores potencias, por tratarse de grupos de viviendas o de edificios de grandes dimensiones, puede recurrirse al empleo de campos de sondas geotérmicas, en número de 4 a 50, dispuestas lo más cerca posible de las edificaciones o incluso debajo de ellas, con profundidades de 50 a 300 m, que dependerán de la potencia requerida y de las condiciones geológicas locales.

La energía térmica cedida en forma de agua o aire caliente, se extrae de una fuente externa: el subsuelo o las aguas subterráneas, en este caso. Esta extracción se realiza, bien mediante colectores horizontales a poca profundidad (2-3 metros) o bien mediante sondeos verticales.

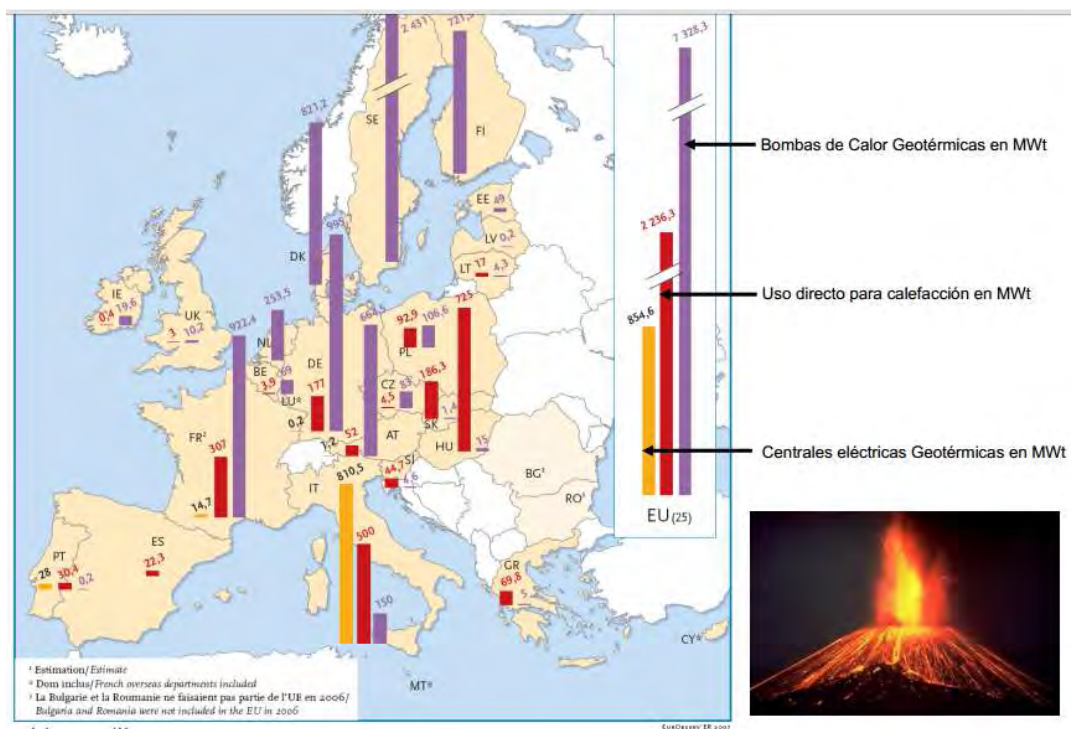


Figura 0-8. La energía geotérmica en Europa

## 1.2 CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL

### 1.2.1 EL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA

El consumo de energía está totalmente ligado al desarrollo económico.

El acceso a la energía no es uniforme:

- Unos 6.000 millones de habitantes del planeta no tiene acceso a las fuentes de energía comerciales
- El 30% de la población mundial usa el 90% de la energía.

China es desde 2010 el primer país consumidor de energía del mundo, con 2.432 millones de Tep, el 20,3% del consumo mundial. La demanda estadounidense (2.286 millones) representa el 19%.



*Figura 0-9. Consumo de Energía en 2010*

El consumo mundial de energía primaria en el año 2012 moderó su crecimiento, presentando una tasa de crecimiento del 1.8% frente a la media del 2.6% de los últimos 10 años. Este descenso estuvo asociado en parte a la recesión económica y a que particulares y empresas respondieron a los elevados precios de la energía siendo más eficientes en su consumo y uso. El consumo de los países de la OCDE cayó un 1.2%, encabezado por el descenso del 2.8% en EEUU. Las economías emergentes fueron los responsables del crecimiento de la demanda de la energía siendo China e India



las responsables de cerca del 90% de ese crecimiento y ocupando el 56% del consumo mundial.

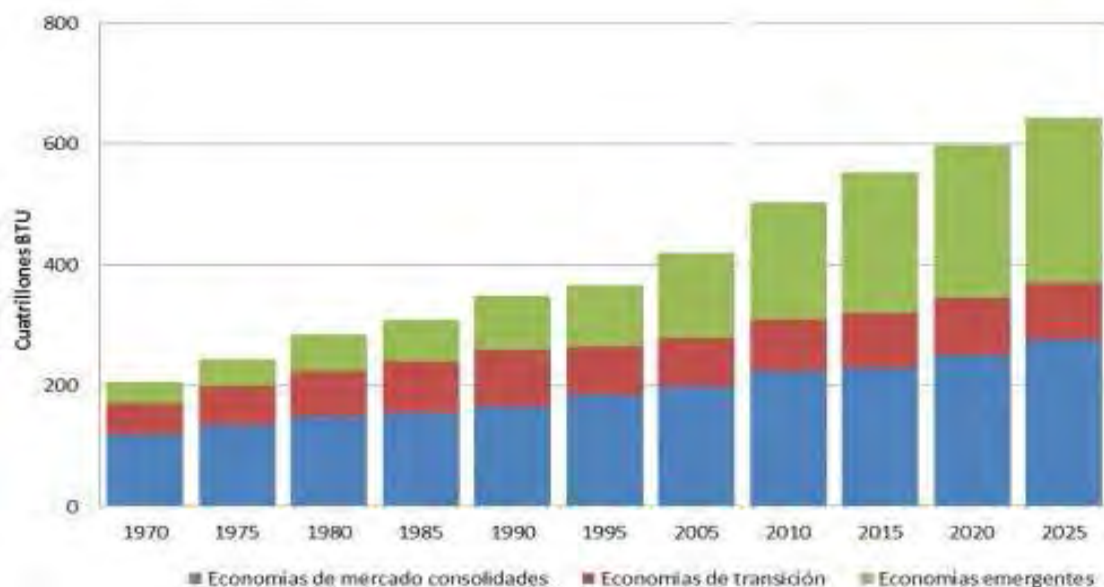


Gráfico 0-1. Evolución de los consumos de energía. FUENTE: Saladié Oliveras J. 2010

El 86 % de la energía consumida proviene del petróleo, del carbón o del gas. Dejando un 14% a otras fuentes: nuclear, hidroeléctricas, biomasa, etc.

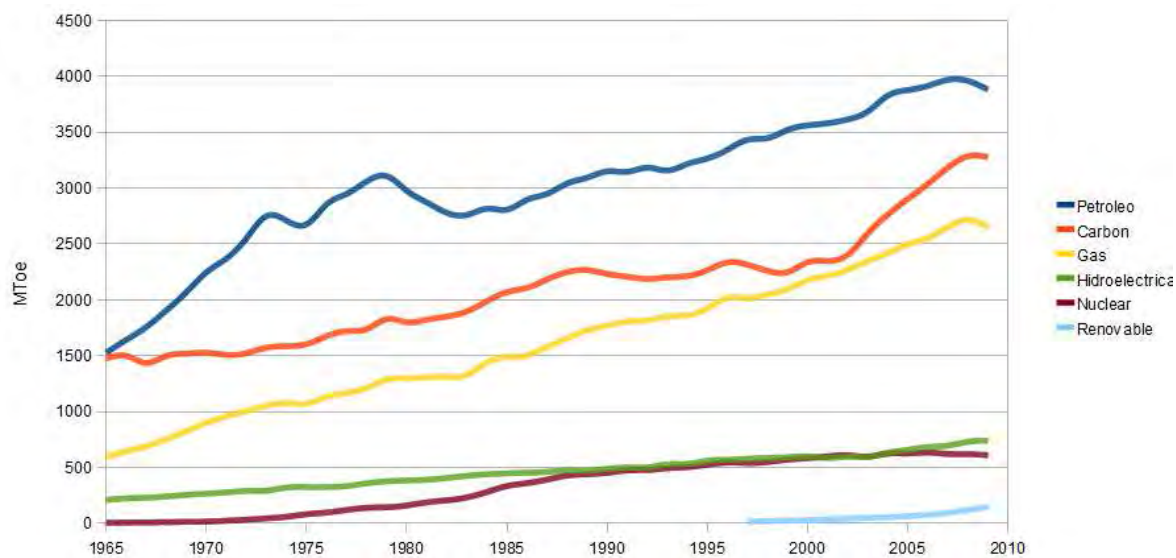


Gráfico 0-2. Evolución de la energía primaria

El petróleo sigue siendo la principal fuente de energía primaria con un 33.1% del consumo mundial, aunque sigue perdiendo cuota de mercado por 13º año consecutivo llegando a su nivel más bajo desde 1965. El petróleo tuvo la tasa de crecimiento más débil (0.9%) entre los combustibles fósiles, descendiendo su consumo en los países de la OCDE un 1.3%. Nuevamente el mayor crecimiento en el consumo de petróleo se registró en los países emergentes registrando China el mayor crecimiento (5%).

La segunda fuente primaria por importancia fue el carbón. El carbón alcanzó la mayor cuota de consumo mundial de energía primaria (29.9%) desde 1970. El

consumo de carbón creció un 2.5% en 2012, muy por debajo de la media del 4.4% de la última década, pero sigue siendo en combustible fósil con mayor crecimiento en su consumo. La producción mundial de carbón creció un 2% compensando la caída de producción en EEUU (-7.5%) el crecimiento en China (+3.5%) e Indonesia (+9%). Con el aumento de la producción de gas natural abaratando los precios en EEUU, el gas natural desplazó al carbón en la generación eléctrica lo que supuso que EEUU experimentase el mayor descenso de consumo de carbón del mundo.

El gas natural se convirtió en la tercera fuente primaria de energía por consumo. El gas natural supuso el 23.9% del consumo de energía con un crecimiento anual del 2.2%, por debajo de su promedio histórico del 2.7 %. Estados Unidos (4.1%), China (9.9%) y Japón (10.3%) fueron los países que experimentaron mayores aumentos en el consumo de gas natural. La producción de gas natural creció un 1.9% con EEUU como mayor productor mundial.

### 1.2.1.1 Estimaciones del crecimiento futuro del consumo de energía.

Se prevé que el consumo mundial de energía aumentará un 56% en los próximos 30 años, impulsado por el crecimiento de países en vías de desarrollo como China e India, afirma la Administración de Información de Energía de EE.UU. Según este organismo, estos dos países asiáticos representarán casi la mitad del aumento en el consumo total mundial de energía en el período comprendido entre 2010 y 2040.

### 1.2.1.2 Reservas mundiales de energías no renovables.

Hay que diferenciar entre recursos y reservas. Recursos son todo lo existente y reservas son aquellos recursos que son disponibles para su uso.

Las reservas aumentan debido a que no está explorada la totalidad de la superficie terrestre y al aumentar el proceso tecnológico, se pueden realizar nuevas exploraciones. También aumentan al aumentar los precios de mercado, pues son rentables yacimientos que antes no lo eran y son rentables ciertas exploraciones.

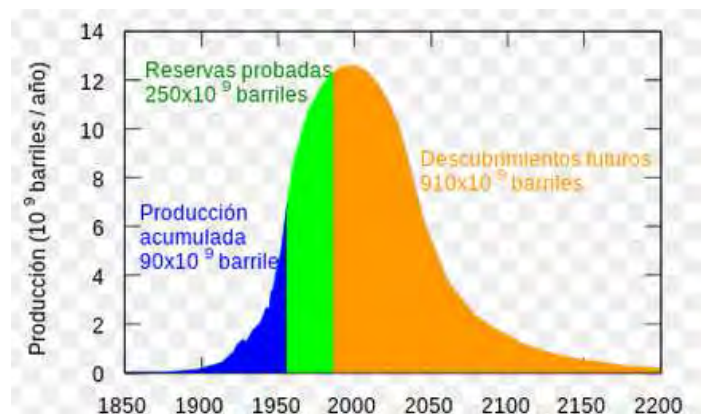


Gráfico 0-3. Previsión de barriles de petróleo por año

En la situación actual, las reservas de petróleo y gas natural darían para unos 40- 65 años. El carbón para 5 a 10 veces más.



### 1.2.1.3 Energía renovable- Consumo mundial

- La energía solar captada por el planeta corresponde a 3 órdenes de magnitud respecto al consumo total de la humanidad. Sin embargo, su aprovechamiento es difícil por la dispersión y variabilidad.
- El viento corresponde a 1 órdenes de magnitud respecto al consumo total de la humanidad. Aunque la producción de electricidad basada en esta fuente es insignificante frente a las fuentes fósiles.
- La energía mareomotriz es inferior respecto al consumo mundial.
- La evaporación indica el máximo teórico aprovechable como energía hidráulica, pero irrealizable pues lo que llueve en el mar y en tierras bajas es inaprovechable. Lo aprovechable es 3 órdenes de magnitud menor que el consumo mundial.

## 1.2.2 EL CONSUMO ENERGÉTICO ESPAÑOL

### 1.2.2.1 Dependencia energética

A pesar que España posee una gran dependencia energética del petróleo, gas natural y carbón. Esta dependencia se va reduciendo en los últimos años debido a la participación de las renovables, junto con el descenso de las demandas finales, reduce la dependencia energética al 70,8 %, la menor cifra de los últimos 16 años.

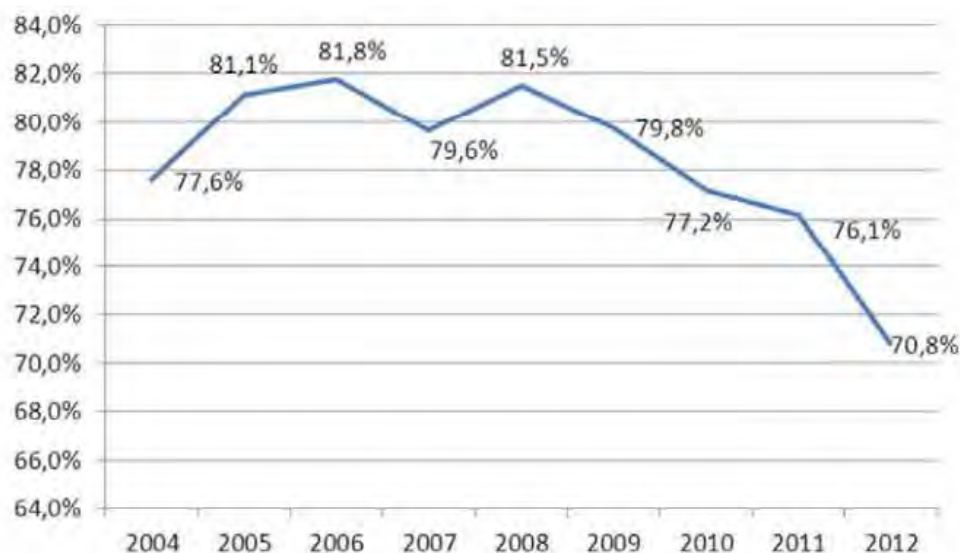


Gráfico 0-4. Dependencia energética de España entre 2004-2012

El consumo de energía final en España durante 2011, incluyendo el consumo para usos no energéticos fue de 93238 Kilotoneladas equivalentes de petróleo

(Ktep), un 4,4% inferior al de 2010. Esta evolución se ha debido a la situación económica, junto con las distintas condiciones climáticas y de laboralidad entre los dos años

### 1.2.2.2 Consumo de energía primaria

En el siguiente **Gráfico 1. 5** se muestra los disantos tipos de energía consumida en nuestro país.

	2010	2011	Tasa de variación %
Carbón	7.156	12.456	74,1
Petróleo	60.993	58.317	-4,4
Gas natural	31.181	28.930	-7,2
Nuclear	16.588	15.024	-7,0
Hidráulica	3.636	2.631	-27,6
Eólica, solar y geotérmica	4.834	5.226	8,1
Biomasa, biocarburantes y residuos	6.894	7.280	5,6
Saldo imp-exp electricidad	-717	-524	-26,9
<b>TOTAL</b>	<b>170.134</b>	<b>169.239</b>	<b>-0,6</b>

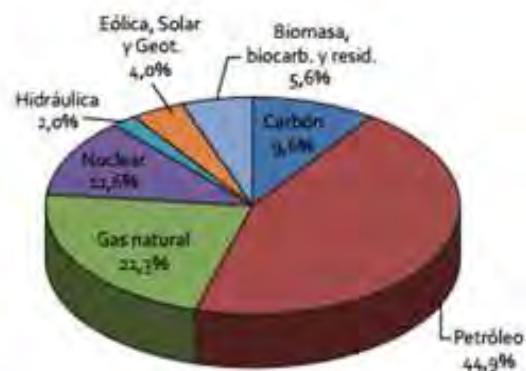


Gráfico 0-5. Consumo de la energía primaria en España 2010-2011

- **El consumo total de carbón** fue de 12456 Ktep, con un aumento del 74,1% sobre el de 2010, debido fundamentalmente a la mayor generación eléctrica con este combustible, por el cambio de estructura en la generación.
- **El consumo total de petróleo** fue de 58317 Ktep, con descenso del 4,4% respecto al del año anterior, similar al descenso de los consumos finales totales, dado que el consumo en generación eléctrica tiene una cuantía poco significativa.
- **La demanda total de gas natural** fue de 28930 Ktep con un descenso del 7,2% respecto a 2010, alcanzando su peso en el consumo total de energía un 22,3%. Esta evolución se debe tanto al descenso en usos.
- **Las energías renovables**, sin incluir la hidráulica, han registrado un crecimiento significativo en el año, continuando la tendencia de los anteriores. Este consumo corresponde a usos directos finales, en especial la biomasa y biocarburantes, así como al consumo en generación eléctrica a partir de eólica, biomasa, solar, etc.
- **La energía hidroeléctrica** fue un 27,6% inferior a la de 2010, tras la recuperación que se había registrado en los dos años anteriores.
- La producción de energía eléctrica de origen **nuclear** bajó un 7% en 2011.

### 1.2.2.3 Las energías renovables

Las energías renovables van tomando un papel más importante. Las fuentes de energía de naturaleza renovable en conjunto ya son capaces de cogenerar un tercio de la energía eléctrica demandada en España. En concreto entre la eólica, la hidráulica y la proveniente de tecnologías de aprovechamiento solar, constituyeron el 32% de la producción total neta electricidad durante el año pasado (un 33% en 2011).

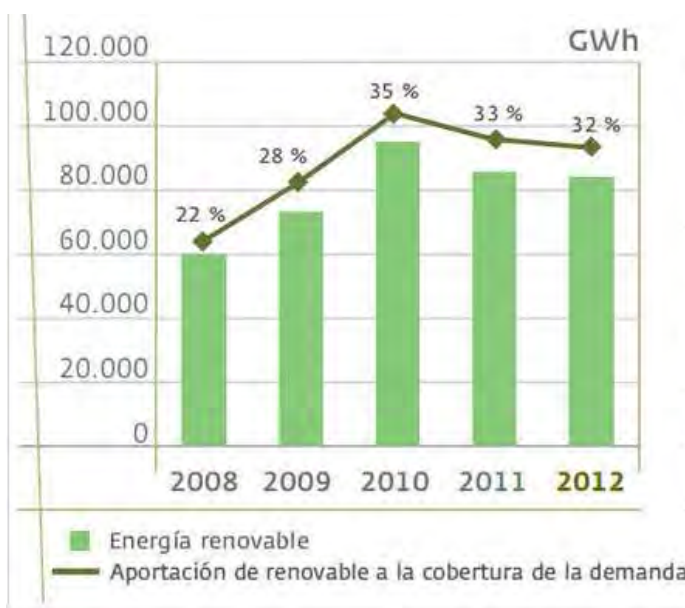


Gráfico 0-6. Energía renovable en España

Dentro del segmento de energías renovables, la más relevante fue la eólica, que abasteció el 18% del total de la demanda nacional, dos puntos más que en 2011.

### 1.2.2.4 Evolución de la demanda energética

En el siguiente **Gráfico 1.7** se muestra la evolución de la demanda energética de España.

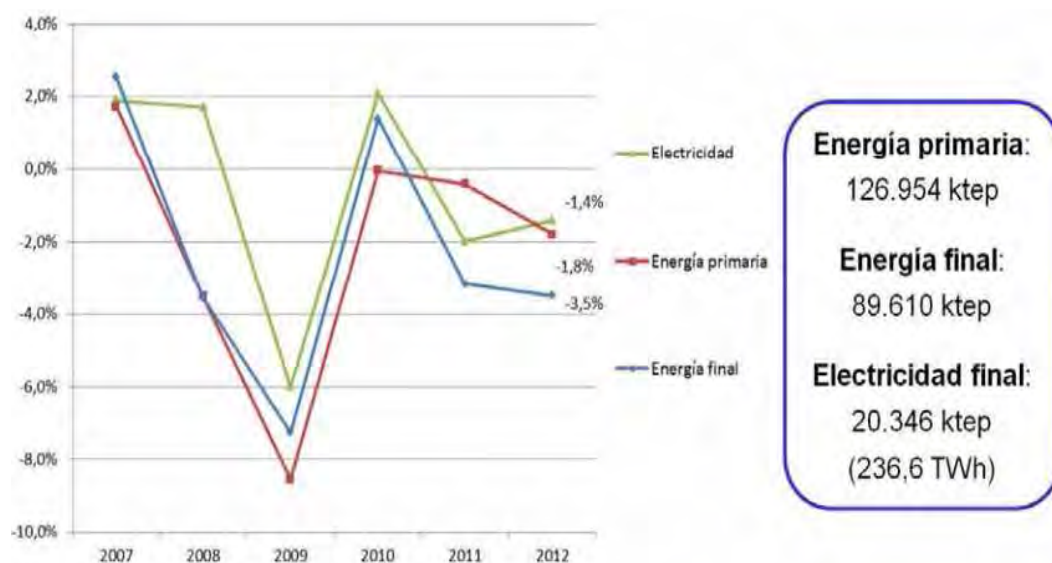


Gráfico 0-7. Evolución de la demanda energética de España entre 2007-2012

Todos los consumos agregados de la energía final y primaria así como el consumo final de electricidad bajan en 2012, siendo muy acusado el de energía final y más moderado el de electricidad respecto a 2011.

La demanda de energía eléctrica ha aumentado un 1,4% respecto al año anterior, donde ha sido determinante la mejora de la actividad económica.

#### 1.2.2.5 La intensidad energética

La intensidad energética viene definida como la relación entre el consumo energético per cápita y el PIB per cápita deflactado.

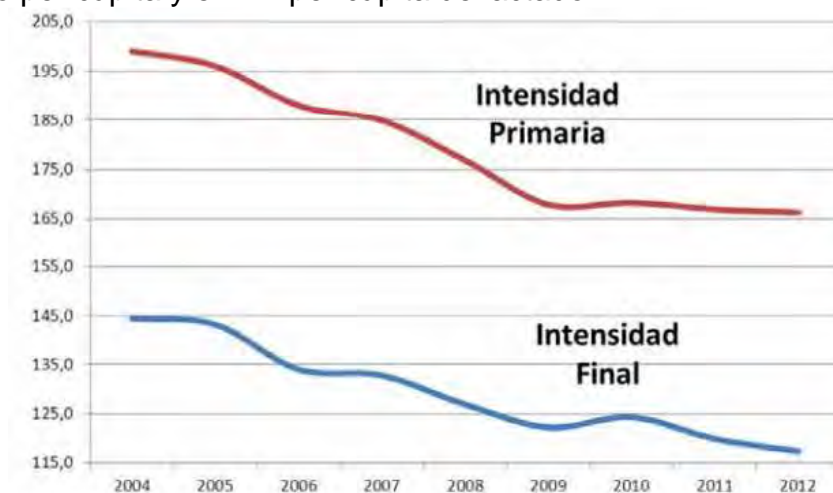


Gráfico 0-8. Intensidad energética en España 2004-2012

En general, la mejora observada en la intensidad ocurre con anterioridad al inicio de la actual crisis económica y financiera de carácter internacional. La crisis indudablemente está teniendo impacto en la riqueza y actividad económica nacional. No obstante, el descenso más acusado en la demanda energética parece indicar la existencia de factores ajenos a la crisis, que repercuten en la mejora de la intensidad energética, y con ello, en el desacoplamiento de la actividad económica y demanda energética, registrado desde el año 2005.

En definitiva, la evolución de este indicador implica una convergencia con las tendencias registradas en los últimos años en cuanto a mejora de la eficiencia energética a nivel de la media europea, así como de países de nuestro entorno geográfico.

### 1.2.2.6 Distribución de energía por sectores

En el **Gráfico 1.9** se puede observar la distribución de energía en España en los diferentes sectores.

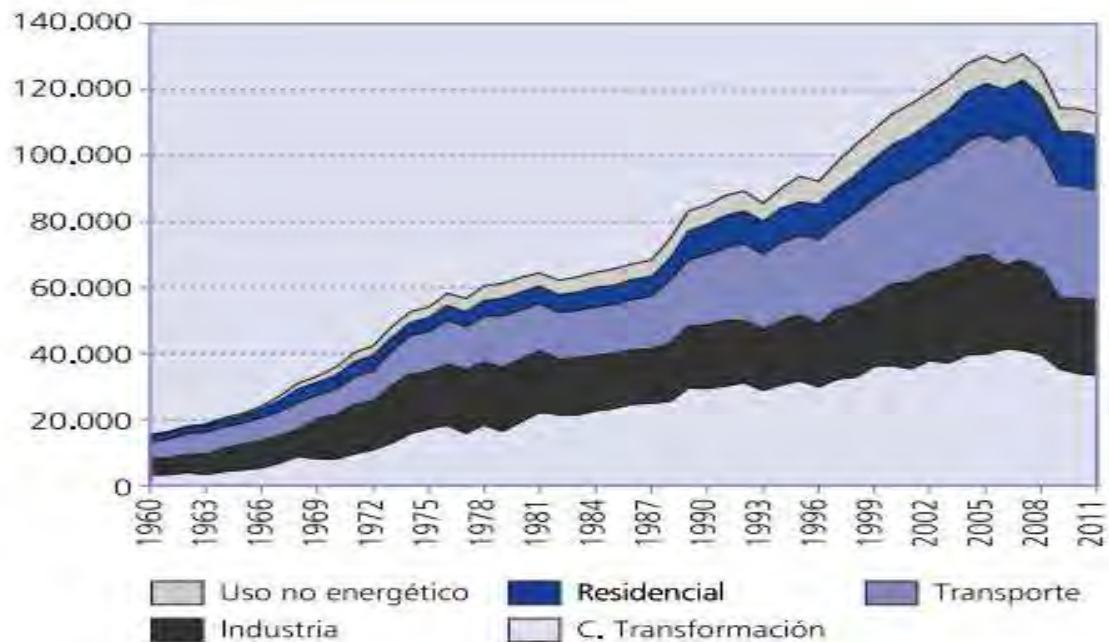


Gráfico 0-9. Energía por sectores en España. FUENTE: Balances energéticos IAE

#### 1. El transporte

El sector del transporte resulta ser el más consumista en España, consumiendo cerca del 40% de la energía total. Tiene su origen en los derivados del petróleo. Hay que tener en cuenta que el consumo energético total nacional se encuentra ligado al aumento de movilidad así como a los niveles de motorización. Estos factores explican en gran medida la evolución de la intensidad energética de este sector, expresada como el consumo energético del sector transporte respecto al PIB.

El consumo del transporte ha ido aumentando durante los últimos 15 años, descendiendo levemente desde 2007 hasta ahora. Esta disminución podría deberse a unos medios de locomoción cada vez más eficientes.

En cuanto a modos de transporte, la carretera sigue siendo el modo más intensivo en energía, absorbiendo cerca del 80% del consumo si bien presenta una leve pérdida en su participación en el consumo energético del sector, en beneficio de otros modos como el transporte aéreo y el ferrocarril.

El medio más empleado por los españoles es la carretera, sin embargo, comparando el peso de transporte en 1990 y 2012 ha disminuido su utilización. Al mismo tiempo, el uso del transporte aéreo y del ferrocarril ha aumentado.



## 2. Sector Residencial

Los hogares españoles consumen el 17% de toda la energía final y el 25% de la electricidad. Esta última fuente es la más utilizada (35%), seguida por el gas natural (25%). La calefacción es el servicio de mayor consumo y los electrodomésticos son el servicio que más electricidad demanda.

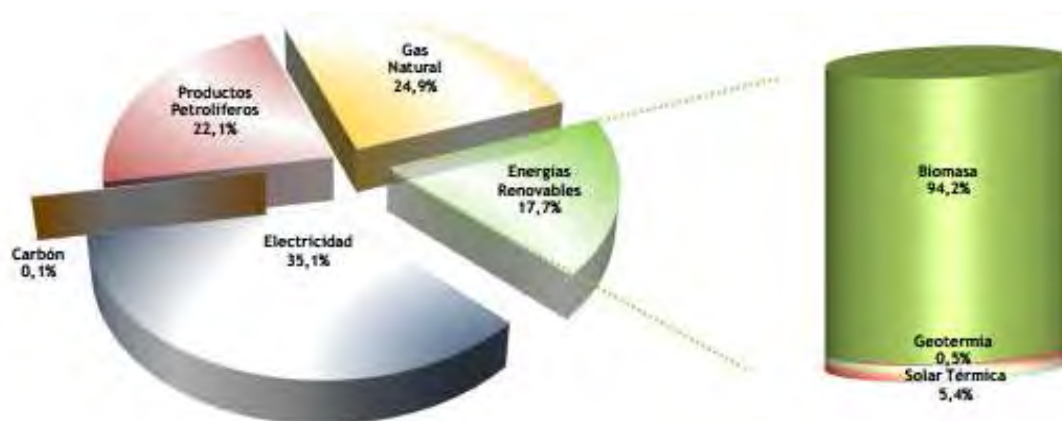


Gráfico 0-10. Consumo energético en España

Como aspectos novedosos, el estudio ha permitido conocer que la vivienda aislada duplica el consumo del piso tradicional, que el llamado consumo en “standby” es muy superior al de refrigeración, que la TV es el segundo electrodoméstico de mayor consumo eléctrico, después del frigorífico; que las bombillas de bajo consumo están ya presentes en el 86% de los hogares; y que las energías renovables se encuentran en el 11% de los hogares.

La distribución del consumo energético por usos es el asociado a calefacción de las viviendas como el mayor demandante de energía. En invierno se produce un aumento del consumo de la calefacción, principalmente como consecuencia de la tendencia a un mejor equipamiento así como a la progresiva penetración de los sistemas individuales de calefacción, en general menos eficientes que los sistemas colectivos.

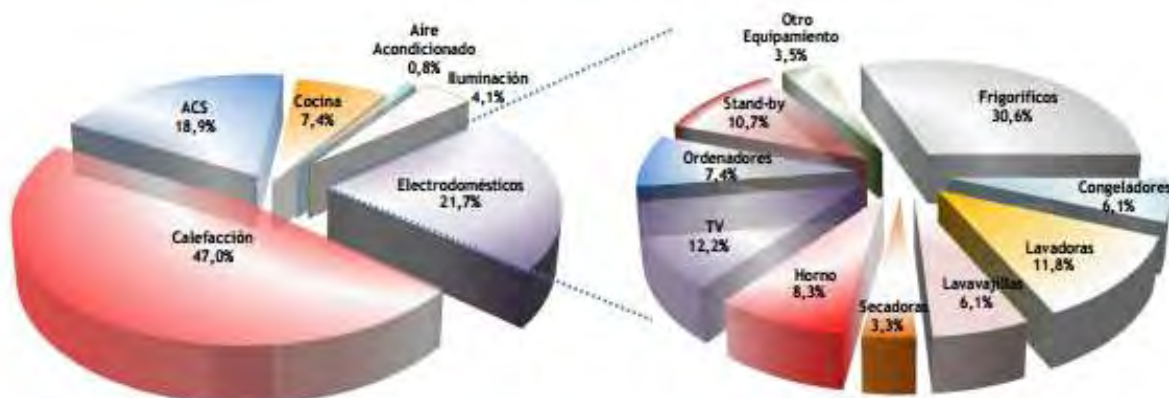


Gráfico 0-11. Consumo de energía según los usos en España

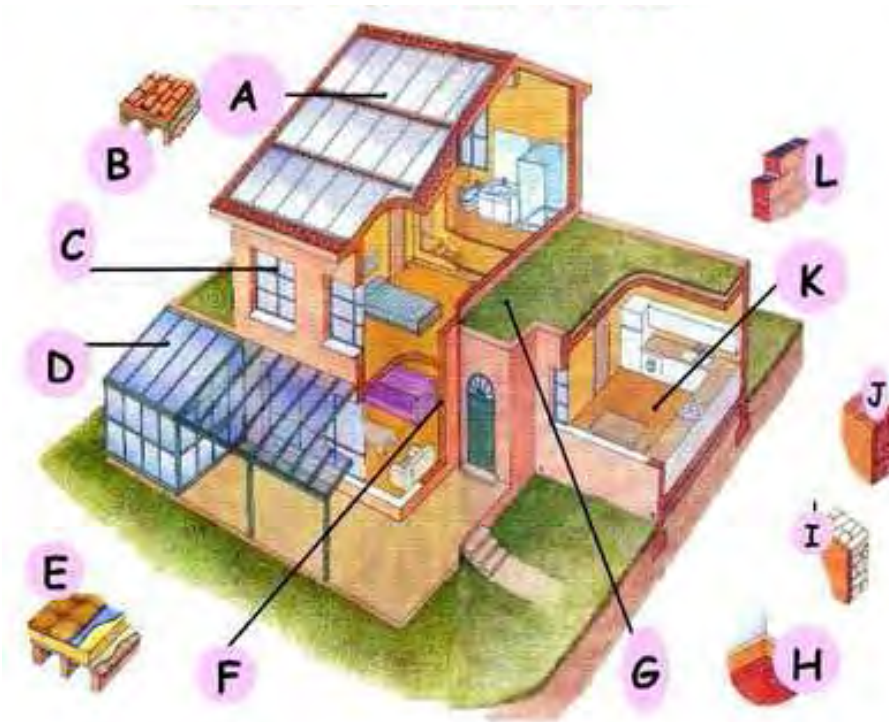
## 1.3 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

### 1.3.1 INTRODUCCIÓN

La arquitectura bioclimática es aquella que aprovecha al máximo las fuentes naturales de calor, luz o frescor y minimiza sus pérdidas por medio de elementos tales como la colocación sobre el terreno, la orientación o el aislamiento de sus muros.

El coste en inversión es más alto (5-8%) debido a la mayor calidad térmica de los materiales. Sin embargo, a largo-medio plazo supone importantes ventajas económicas al hacerse en gran medida innecesario el uso de sistemas de climatización con sus altas demandas energéticas y económicas (permitirá ahorros de un 75% en calefacción, refrigeración e iluminación).

Para conseguir una estructura que respete al medio ambiente se dispone de:



*Figura 0-10. Eficiencia energética en una vivienda. Ecovivienda*

- Materiales como las celdas solares (A) que captan la energía solar y abastecen de energía eléctrica.
- El uso de materiales térmicos como los cristales de las ventanas (C) contribuyen a mantener el interior confortable sin hacer uso de la energía. Las terrazas con persianas corredizas (D) reproducen el efecto invernadero manteniendo el calor en invierno y conformando zonas de esparcimiento en verano.



- Colocación de capas de celulosa situadas bajo una capa de corcho sobre el que se colocan las tejas que recubren el techo (B).
- Colocación de pisos sobre materiales aislantes (E).
- Colocación de rodapié o zoclo para recubrir el sistema de calefacción (H) en sitios de invierno extremo.
- Aislamiento de muros con corcho o alguna otra capa de celulosa que ayude a aislar el espacio (I y J).
- Uso de ladrillos o tabiques aislantes térmicos y de ruido fabricados con corcho, celulosa, papel o madera reciclados, entre otros (F).
- Empleo de aparatos electrodomésticos con bajo consumo de energía y sistemas de ahorro de agua (K).
- Utilización de ladrillos huecos que favorecen el aislamiento de la humedad y del ruido (L).
- Establecimiento de capas vegetales en diversos sitios (G) que mejoren el paisaje, absorban la lluvia y partículas contaminantes.

Estás casas ya desde su arquitectura permiten mantener una temperatura adecuada para reducir el uso de calefactores o aire acondicionado.

### 1.3.2 DISEÑO DE UNA CASA ECOLÓGICA

Las casas ecológicas deben servirse en su diseño y construcción de las posibilidades y las ventajas que el medioambiente les ofrece, estas estrategias vienen determinadas por los siguientes parámetros principales:

- Orientación de la vivienda
- Control del sol
- Control del viento
- Máxima calidad de vistas

#### 1.3.2.1 Principios básicos de la construcción ecológica

##### 1. Elección del emplazamiento adecuado.

Un buen emplazamiento para una vivienda es aquel que se halla alejado de las zonas industriales de elevada contaminación atmosférica debido a industrias u otros focos especialmente activos, o que tiene un elevado nivel de ruido, como vías férreas o aeropuertos, y se encuentra alejado de las líneas de alta tensión, además no debe tener en las proximidades transformadores sectoriales.

## **2. Abundancia de plantas tanto de interior como de exterior.**

Permite disminuir los efectos de la contaminación atmosférica, y contribuye al mantenimiento del equilibrio térmico y del grado de humedad correcto.

## **3. Diseño bioclimático adecuado y correcta orientación solar**

El diseño de la vivienda con una buena orientación solar sirve para regular los cambios climáticos y de temperatura, y mantiene un ambiente adecuado sin aumentar los gastos energéticos.

## **4. Selección de materiales de construcción naturales y ecológicos**

Como materiales de construcción, son convenientes los más naturales; por ejemplo, los ladrillos cerámicos, la piedra, la madera, las fibras vegetales, el adobe y los morteros con abundante cal.

## **5. Diseñar una correcta ventilación de la vivienda.**

La ventilación correcta permite evitar problemas de acumulación de gases tóxicos dentro de la vivienda.

## **6. La refrigeración**

Se obtiene evitando la ganancia de calor, con alerones, toldos y persianas.

## **7. La iluminación natural**

Se consigue por reflejos: la luz indirecta se dirige hacia paneles reflectantes. En el interior, la luz difusa se aprovecha con pinturas claras o blancas.

### **1.3.2.2 La Energía Solar Pasiva**

Los sistemas pasivos de captación térmica se construyen sobre la estructura del edificio, en consecuencia tienen la misma vida que los edificios.

La arquitectura solar pasiva está condicionada por los siguientes factores principales:

- Ganancia solar.
- Almacenamiento de energía.
- Distribución del calor.
- Iluminación natural.

#### **1. El muro Trombe**

Uno de los principales elementos de captación solar pasiva es el muro Trombe. La apariencia externa del sistema es la de una vidriera asociada a la pared de

los revestimientos de la casa, que permanecen sin aislar y están pintados de color oscuro.

El principio básico del funcionamiento de este sistema prácticamente es el mismo que el de un invernadero. Una pared típica de Trombe (examinada desde adentro hacia afuera) consiste en una gruesa pared de albañilería, casi siempre de hormigón, cubierta de un material oscuro absorbente de calor, cuyas funciones principales son la captación y la acumulación de la energía aportada por la radiación solar. La pared Trombe casi siempre está orientada al sur; y enfrentada a esta pared una capa de vidrio (doble o sencilla) que forma la cara exterior del conjunto.



*Figura 0-11. Muro de Trombe*

El cristal se sitúa separado de 3 a 6 centímetros del muro para crear una pequeña cámara de aire. El calor que atraviesa el cristal y la cámara de aire es absorbido por la superficie oscura, guardado en la pared y transportado hacia el interior de la habitación por convección y radiación, calentando la estancia convenientemente.

Este sistema se puede hacer cíclico y así el aire que poco a poco se va enfriando en la habitación pasa de nuevo, completando un circuito, a través de la pared a la pequeña cámara de aire donde es, de nuevo, calentado y continua circulando por lo que de nuevo pasa a la habitación donde poco a poco se enfría.

## **2. Los colectores**

Son los encargados de recoger de la mejor manera posible la radiación solar térmica.

Los colectores pueden tener formas distintas y funcionar atendiendo a uno de los dos sistemas siguientes:

- **Los colectores de tubo de vacío:** son unas cámaras cilíndricas de vidrio, por cuyo interior circula un “fluido caloportador”, los fluidos caloportadores tienen la propiedad de aprovechar tanto la radiación directa como la difusa e incrementan la temperatura del circuito central donde se produce el aprovechamiento térmico.

- **Los colectores planos:** son una especie de caja térmica convenientemente aislada en cuya parte superior se encuentra un vidrio (simple o doble, según los casos), cuya finalidad es captar la radiación directa dejándola pasar a unos tubos similares a los serpentines de la calefacción por los cuales circula (por diferentes sistemas) el líquido caloportador.

### 1.3.2.3 La Energía Solar Activa

#### 1. Generación eléctrica: (Fotovoltaica y eólica)

Para la generación de las necesidades eléctricas de la casa se pueden emplear sistemas fotovoltaicos, eólicos o ambos combinados. Esta energía eléctrica captada se almacenaría en baterías.

#### 2. Energía solar térmica. Calentamiento de agua

El agua caliente para la ducha y otras necesidades y la calefacción se puede conseguir a través de sistemas solares térmicos.

## 1.4 IMPACTO AMBIENTAL DE LA ENERGÍA

Los procesos de extracción, captación, transformación y uso de la energía provocan importantes impactos sobre el medio ambiente, a parte de un efecto de agotamiento progresivo de los recursos no renovables.

Los daños más significativos suelen estar asociados a las emisiones atmosféricas contaminantes, a la contaminación de los medios terrestre y acuático y a la generación de residuos.

La combustión de energías fósiles provocan la lluvia ácida, el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono estratosférico y la contribución al aumento del ozono troposférico.



Figura 0-12. Contaminación atmosférica

Otros efectos conocidos son la emisión de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  y metales pesados e hidrocarburos, responsables de la acidificación del suelo y las aguas naturales y del smog fotoquímica.

El 90% de las emisiones de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera tienen un origen energético. En los países desarrollados se producen sólo ligeros aumentos desde 1990 mientras que en Asia se registra un crecimiento significativo, especialmente en China e India.

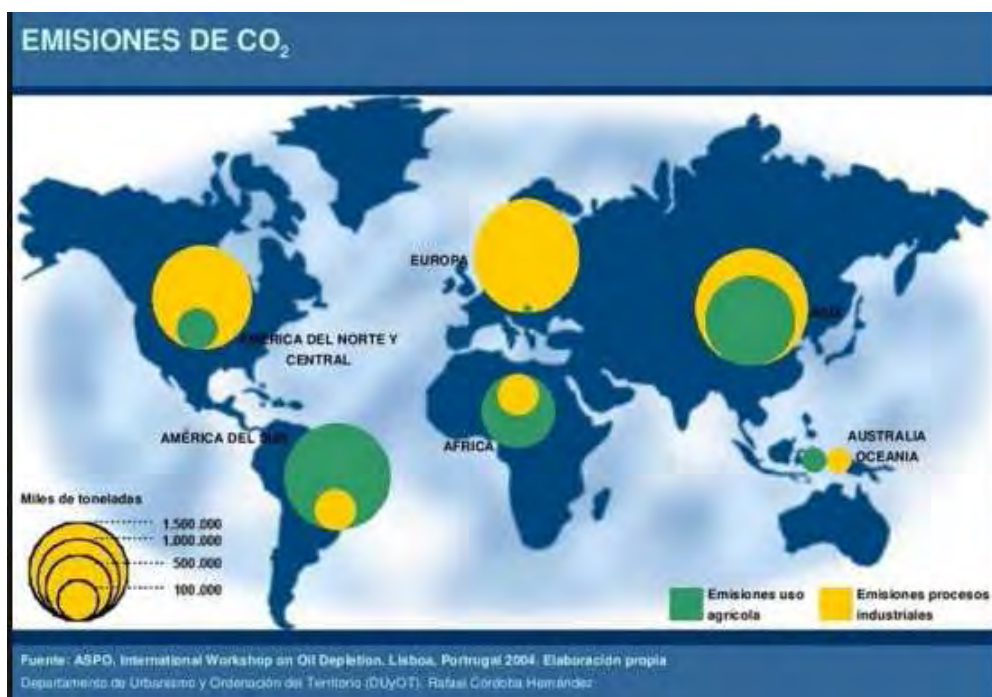


Figura 0-13. Emisiones de  $\text{CO}_2$

El aumento del 2,6 por ciento de emisiones globales de CO<sub>2</sub> proyectado para este año significa que la quema de combustibles fósiles está un 58 por ciento por encima de los niveles de 1990, año de referencia del Protocolo de Kioto, según los autores de este análisis. A su juicio, este incremento de 2012 abre más la brecha entre el mundo real de las emisiones y las necesarias para mantener el calentamiento global por debajo de la meta internacional de dos grados centígrados.

En el informe, se señala como los mayores contribuyentes a las emisiones globales en 2011 a China (28 por ciento), Estados Unidos (16 por ciento), Unión Europea (11 por ciento) e India (7 por ciento). Sin embargo, las emisiones de China e India crecieron un 9,9 y un 7,5 por ciento en 2011, respectivamente, mientras que las de Estados Unidos y la Unión Europea disminuyeron un 1,8 y un 2,8 por ciento.

Todo ello está produciendo un cambio climático en el que la temperatura experimentó un aumento de +0,6 °C y La precipitación aumentó entre un 5% y un 10 %

Los cambios regionales de precipitación, tanto por aumento o disminución se estiman que serán entre un 5% y un 20%. Así, cada vez serán más comunes tanto los periodos de sequías como las inundaciones.

Durante el siglo XX el nivel medio del mar subió entre 10 y 20 cm, el cual se atribuye a una pérdida de masa de los glaciares debido al aumento de temperaturas globales.



## 1.5 RESPUESTAS INTERNACIONALES

Las respuestas de la comunidad internacional a estos serios problemas ambientales han sido la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en 1992 y que entró en vigor en 1994, y el Protocolo de Kioto.

El objetivo de ambos instrumentos es luchar contra el cambio climático mediante una acción internacional de reducción de las emisiones de determinados gases de efecto invernadero

Con el Protocolo de Kioto pretenden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> un 5% a nivel mundial, un 8% para la UE y para España permitir un incremento máximo del 15%, límite que en la actualidad se ha sobrepasado ampliamente, situándose por encima del 40% respecto de 1990.

### 1.5.1 ROADMAP 2050

La misión de ROADMAP 2050, consiste en proporcionar un análisis práctico, independiente y objetivo de los diferentes caminos para alcanzar una economía con bajas emisiones de carbono en Europa, prevenir el cambio climático y garantizar la seguridad energética, una verdadera inversión para un futuro sostenible europeo.

El objetivo anunciado, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 80% para el año 2050 en relación a las emisiones de 1990. Según la comunicación, la trayectoria que resulta más coste-efectiva pasa por llegar a un 25% de reducción para 2020, un 40% para 2030, y un 60% para 2040.

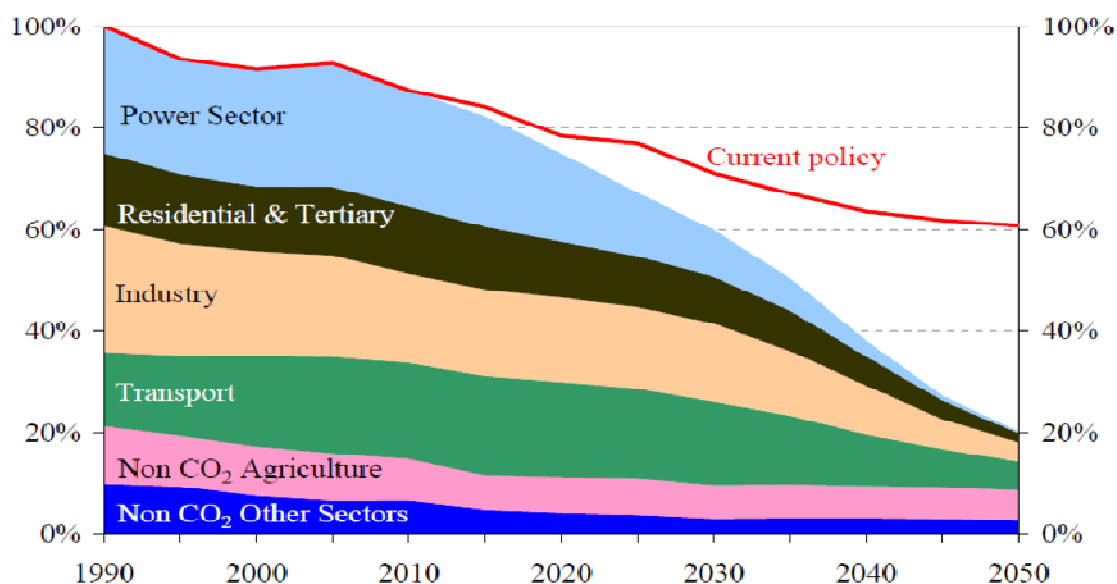


Figura 0-14. Objetivo de la reducción de emisiones en Europa

Para alcanzar tan ambiciosos objetivos se considera necesaria una gran inversión en diferentes tecnologías bajas en carbono. Así, se estima necesario

que durante los próximos 40 años se incremente la inversión pública y privada en torno a los 270.000 millones de € anuales.

**The Energy Report de WWF y Ecofys** presentó a principios de 2011 un informe en el cual se expone la posibilidad, al menos técnicamente, de suministrar toda la energía mundial en 2050 a partir de fuentes de origen renovable.

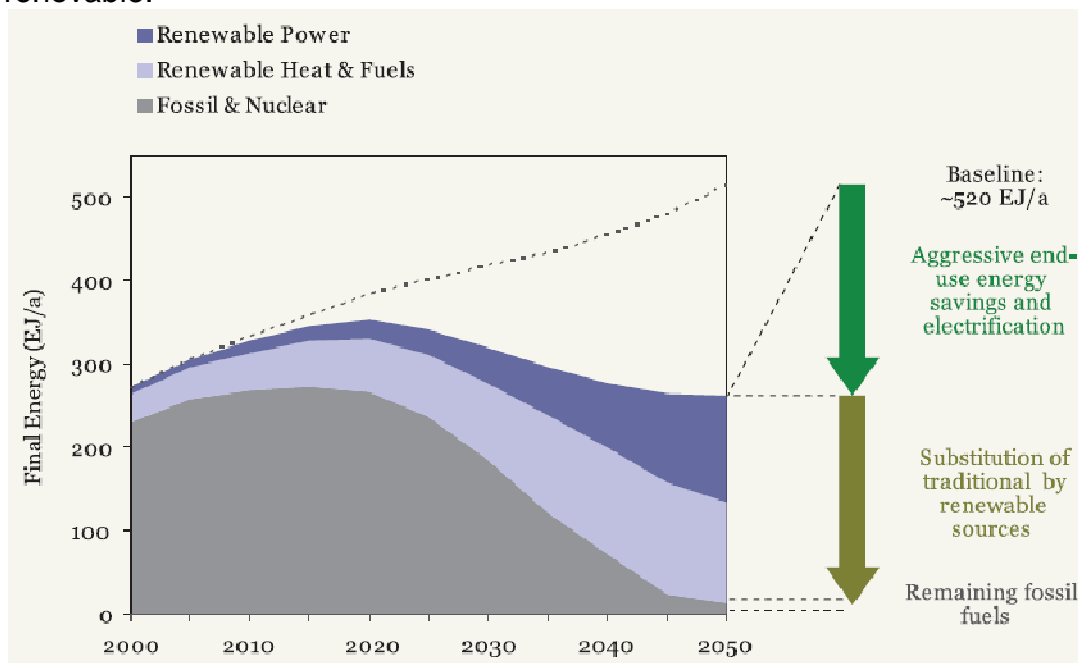


Gráfico 0-12. Plan de reducción uso de energías fósiles

El escenario mundial de suministro energético elaborado por Ecofys para el documento de WWF contempla la progresiva introducción de diferentes tecnologías de energía renovable, dando gran importancia a tecnologías actualmente en expansión como la eólica off-shore o la solar de concentración. Destaca también la notable contribución de los biocombustibles (aunque los denominados tradicionales van desapareciendo progresivamente).

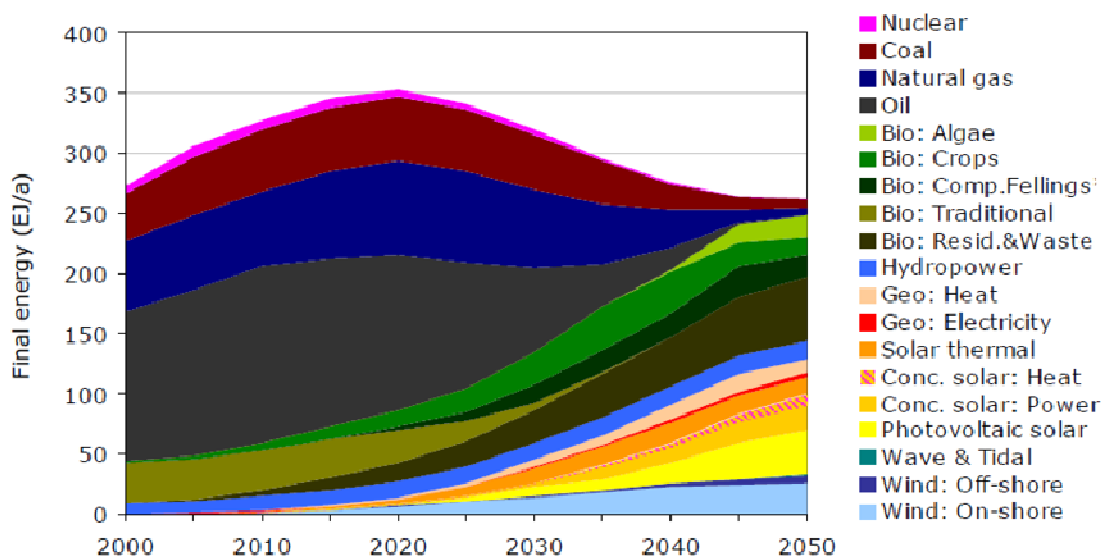


Gráfico 0-13. Plan ROADMAP

**Las principales conclusiones son:**

1. La demanda de energías renovables aumentará.
2. EL ahorro y la eficiencia serán cruciales.
3. El protagonismo y el peso de la electricidad aumentará en la sociedad.
4. Las inversiones de capital en energía aumentarán.
5. El consumo de combustibles fósiles decaerá.

El Plan de trabajo de la energía de cara a 2050 señala varios elementos que tienen consecuencias positivas en todas las circunstancias y que definen así algunas conclusiones fundamentales como las siguientes:

- **La descarbonización del sistema energético es técnica y económicamente viable.** Todos los supuestos de descarbonización permiten alcanzar el objetivo de reducir las emisiones y pueden ser menos costosos a largo plazo que las políticas actuales.
- **La eficiencia energética y la energía procedente de fuentes renovables son cruciales.** Independientemente de la combinación energética concreta elegida, una mayor eficiencia energética y un gran aumento del porcentaje de la energía procedente de fuentes renovables son necesarios para alcanzar los objetivos en materia de CO<sub>2</sub> en 2050.
- **Unas inversiones tempranas cuestan menos.** Las decisiones de inversión en la infraestructura necesaria hasta 2030 deberán tomarse ahora, porque habrá que sustituir las infraestructuras construidas hace treinta o cuarenta años. Actuar inmediatamente puede ahorrar cambios más costosos dentro de veinte años. La evolución energética de la UE requiere de todos modos la modernización y una mayor flexibilidad de infraestructuras tales como las interconexiones transfronterizas, las redes eléctricas «inteligentes» y las tecnologías hipocarbónicas para producir, transmitir y almacenar energía.
- **Contener el aumento de los precios.** Las inversiones realizadas ahora allanarán el camino para unos mejores precios en el futuro. Los precios de la electricidad van a aumentar hasta 2030, pero pueden caer posteriormente gracias a unos menores costes de abastecimiento, a las políticas de ahorro y a unas tecnologías mejores. Compensarán los costes el alto grado de inversiones sostenibles introducidas en la economía europea, los puestos de trabajo relacionados y una menor dependencia de las importaciones. Todos los supuestos llegan a la descarbonización sin grandes diferencias en los costes globales o las repercusiones en la seguridad del abastecimiento.

## 1.6 SITUACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La Comisión Europea publicó el Libro Blanco de las Energías Renovables (1997) en el que se calificaba la implantación de las energías renovables como decepcionante y en el que ponía las bases para los distintos programas de apoyo para su instalación, así como para la mejora tecnológica.

El objetivo era conseguir que la producción de energía mediante fuentes de energías renovables representara para el 2010 un 12% del consumo de energía primaria en la Unión Europea. Para ello se deberían instalar 15 millones de m<sup>2</sup> de colectores solares entre 1999-2003.

Con ese mismo objetivo el Gobierno español aprobó el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España para el periodo 2000-2010. Se garantizaban las siguientes premisas:

1. Garantizar el suministro de energía diversificando las fuentes de energía y respetando el medio ambiente.
2. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero,

Para poder alcanzar el objetivo del 12% del consumo de energía primaria en el año 2010, deberían estar instalados un total de 4.900.000 m<sup>2</sup> partiendo de en el año 1998 de 340.892m<sup>2</sup> de colectores solares térmicos de baja temperatura. Esto supondría evitar la emisión estimada de 949.785 t de CO<sub>2</sub> para 2010.

**El Plan de Acción 2011-2020** presenta un conjunto de medidas y actuaciones para conseguir el objetivo de mejora de la intensidad final del 2% interanual en el período 2010-2020.

El escenario considerado como objetivo de este Plan y escenario, por tanto, de eficiencia, presenta un consumo-objetivo de energía primaria de 142.213 ktep en 2020, lo que supone un incremento interanual del 0,8% desde el año 2010 y una mejora de la intensidad primaria del 1,5% anual entre ambos años.

Fuentes	2004	2007	2008	2009	2010	2016	2020	2010-2020 (Tasa variación interanual) (%)
Carbón	20.921	20.354	13.983	10.509	8.271	10.468	10.058	1,98
Petróleo	71.054	70.848	68.182	63.684	62.358	55.746	51.980	-1,80
Gas natural	24.671	31.601	34.782	31.096	31.003	37.147	38.839	2,28
Nuclear	16.576	14.360	15.368	13.750	16.102	14.490	14.490	-1,05
Energías renovables	8.854	9.976	10.942	12.165	14.910	21.802	27.878	6,46
Saldo eléc. (Imp.-Exp.)	-260	-494	-949	-697	-717	-1.020	-1.032	3,71
<b>Total</b>	<b>141.817</b>	<b>146.645</b>	<b>142.308</b>	<b>130.507</b>	<b>131.927</b>	<b>138.633</b>	<b>142.213</b>	<b>0,75</b>

*Tabla. 0-2 Consumos de energía primaria por fuentes*

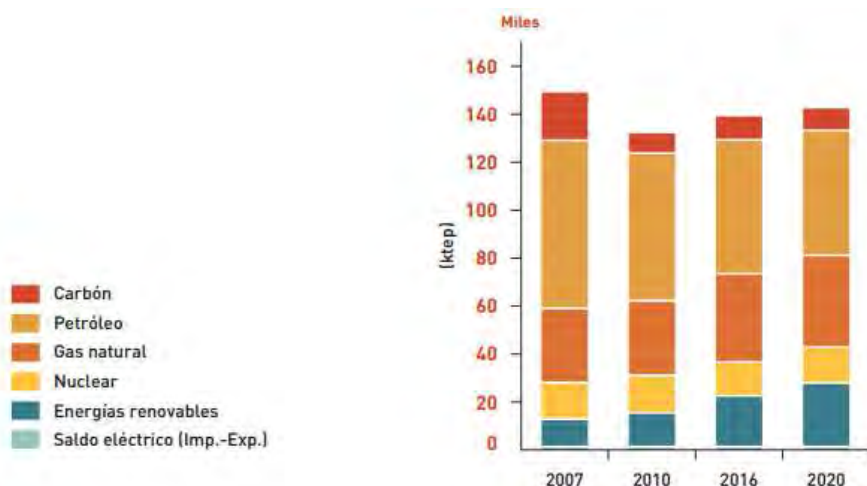


Gráfico 0-14. Consumos de energía primaria por fuentes

Las medidas incluidas en este Plan de Acción 2011-2020 reportarán un ahorro de energía final en el año 2020 de 17.842 ktep y de energía primaria de 35.585 ktep, calculados con referencia al año 2007 y de acuerdo con la metodología propuesta por la Comisión Europea.

El ahorro, en términos de energía primaria, incluye los ahorros derivados de las medidas propuestas para el sector Transformación de la energía en este Plan y los derivados del cambio en el mix de generación eléctrica estimulado por otras planificaciones en materia de política energética ajenas al mismo y que responden a las obligaciones que se derivan de la Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.



Gráfico 0-15. Consumos y ahorros de energía primaria. FUENTE: IDAE



en 2020. Le sigue en importancia el sector Industria, con ahorros equivalentes al 25% del total.

Gráfico 0-16. Consumos y ahorros de energía final

En términos de energía final, el ahorro en 2016 asciende a 13.176 ktep, lo que equivale a un 12,2% del consumo de energía final de ese ejercicio en ausencia del Plan.

De esta forma, los ahorros de energía final del Plan de Acción 2011-2020 se concentran en el sector Transporte, al que se atribuye el 51% del total de los ahorros

Estos ahorros dan como resultado una

disminución del consumo de energía final, entre los años 2007 y 2020, del 13% en el sector Industria y del 5% en el sector Transporte.

	2010		2016		2020	
	(ktep)	(%)	(ktep)	(%)	(ktep)	(%)
Industria	-2.866	-11,3	2.489	8,7	4.489	14,8
Transporte	4.561	11,0	6.921	15,2	9.023	18,9
Edificación y equipamiento	2.529	9,4	2.674	9,3	2.867	9,7
Servicios públicos	29	3,6	56	6,7	125	14,7
Agricultura y pesca	467	12,3	1.036	23,3	1.338	27,9
<b>Total ahorros energía final</b>	<b>4.720</b>	<b>4,8</b>	<b>13.176</b>	<b>12,2</b>	<b>17.842</b>	<b>15,8</b>

*Tabla. 0-3 Ahorros de energía final por sectores. FUENTE: IDAE*



A large, irregular orange shape with a wavy, organic border, resembling a splash or a stylized cloud, serves as a background for the section header.

## 2. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

**ÍNDICE MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS**

**2. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS ..... 45**

**2.1 MOTIVACIÓN..... 47**

**2.2 OBJETIVOS ..... 48**

## 2.1 MOTIVACIÓN

El desarrollo y la apuesta por las energías renovables se convierte en una necesidad imposible de eludir para conseguir un desarrollo sostenible en un mundo con creciente demanda de energía, porque ya hoy por hoy son un aporte importante dentro del plan energético, sin los impactos que supone para el medio ambiente la producción de energía a partir de los combustibles fósiles, que además cuentan con el problema de su escasez

Por medio de normativas y planes, como el Código Técnico de la Edificación (CTE) a través de sus exigencias básicas de ahorro de energía (HE) y el Plan de Energías Renovables para España 2005 -2010 (PER) permiten que se realiza un ahorro energético, incrementar la eficiencia y evitar el despilfarro masivo en energía.

El sistema energético ha sido responsable de la baja calidad del aire en las ciudades y zonas industriales, vertidos contaminantes, cambio climático y destrucción de la capa de ozono. Debido a todo ello, se ha incrementado una conciencia ambiental que reclama un viraje que haga sostenible el actual sistema energético.

El Protocolo de Kioto a nivel mundial, y planes como El Plan de la Energías Renovables a nivel nacional, son claros compromisos de los países por evitar una mayor contaminación mundial y tener un mayor respeto y conciencia del medio ambiente.

Según el Plan de Fomento de las Energías Renovables (2000-2010), el objetivo para el año 2010 era la cobertura del 29,4% de la demanda de energía eléctrica mediante fuentes renovables, objetivo alcanzado con creces pues ese año se alcanzó el 35%

La motivación del proyecto es conseguir diseñar el sistema de climatización y ACS con el fin de conseguir un confort adecuado mediante el uso de colectores solares situados en la azotea. Por medio de estos colectores se reducirán los enormes consumos de energías primarias agotables, como lo son los combustibles. También serán disminuidos los productos contaminantes.

La segunda medida fundamental es la instalación de sondas geotérmicas con el objetivo de reducir los consumos de energías convencionales.

## 2.2 OBJETIVOS

La finalidad del presente proyecto es la climatización y ACS por medio de energía solar de un hotel de 4 estrellas situado en Sevilla, según las condiciones técnicas y legales a las que deberán ajustarse las instalaciones de climatización de un edificio de estas características.

Comenzaremos describiendo las características del edificio, ocupación, horario de funcionamiento, así como las condiciones exteriores e interiores de diseño. Definiremos los coeficientes de transferencia de calor de cada uno de los cerramientos que componen nuestro edificio y determinaremos las cargas térmicas a combatir tanto en invierno como en verano, en cada uno de los locales.

Una vez cuantificadas las demandas de ACS y climatización de la edificación se diseñará una instalación eficaz que consiga unas buenas condiciones de confort.

A continuación, se dimensionarán cada uno de los equipos de tratamiento encargados de combatir las cargas térmicas así como las unidades de producción.

Finalmente, se plasmarán los cálculos anteriores en los planos del edificio ubicando todos los elementos previamente calculados y estudiados.

El objetivo es demostrar que todos los cálculos que se pueden realizar por diferentes softwares de diseño son posibles también realizarlos 'a mano'.



## 3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

**ÍNDICE DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO**

<b>3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO .....</b>	<b>51</b>
3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y SITUACIÓN .....	51
3.1.2 DEFINICIÓN DEL ENTORNO FÍSICO DEL EDIFICIO .....	53
3.1.3 CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO .....	54
3.1.4 CONDICIONES DE CONFORT .....	54
<b>3.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO .....</b>	<b>55</b>
3.2.1 PLANTAS Y USOS .....	55
3.2.2 SUPERFICIES Y VOLÚMENES ÚTILES .....	56
3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE USO .....	59
<b>3.3 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA .....</b>	<b>60</b>
3.3.1 FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS .....	60
3.3.2 FICHA 2: CONFORMIDAD. DEMANDA ENERGÉTICA .....	69
3.3.3 FICHA 3: CONFORMIDAD. CONDENSACIONES .....	70
<b>3.4 DATOS PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS TÉRMICOS .....</b>	<b>72</b>
<b>3.5 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS .....</b>	<b>73</b>
3.5.1 CERRAMIENTOS EXTERIORES .....	73
3.5.2 FORJADO SANITARIO .....	75
3.5.3 AZOTEA .....	76
3.5.4 TEJADO .....	78
3.5.5 HUECOS VERTICALES .....	79
3.5.6 SISTEMAS DE COMPARTICIÓN .....	81
3.5.7 MATERIALES .....	85
3.5.8 PUENTES TÉRMICOS .....	86
<b>3.6 CÁLCULO DE TRANSMITANCIAS .....</b>	<b>87</b>
3.6.1 FACHADAS .....	87
3.6.2 FORJADO SANITARIO .....	91
3.6.3 AZOTEAS .....	93
3.6.4 TEJADOS .....	97
3.6.5 PARTICIONES VERTICALES .....	99



### 3.1 OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y legales a las que deberá ajustarse la instalación de climatización y agua caliente sanitaria por medio de una instalación solar y geotérmica en un hotel situado en la ciudad de Sevilla.

Estas instalaciones comprenderán la totalidad de los sistemas de refrigeración, calefacción, ventilación y agua caliente necesaria necesarios durante todos los días del año para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La presente memoria descriptiva pretende ser clara y concisa en la descripción del funcionamiento de la instalación de climatización así como los cálculos necesarios basándose en las condiciones arquitectónicas y climatológicas correspondientes.

#### 3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y SITUACIÓN

El hotel a climatizar, el EUROSEVILLA, lo constituye un edificio situado en Sevilla, en la Calle Barrios Unidos.

Posee 2 plantas, está diseñado para una capacidad máxima de 80 clientes, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Planta Baja:** Recepción, cocina, aseos comunes, almacenes, lavandería, cuarto de control mantenimiento, vestíbulo, restaurante, oficinas, gimnasio y habitaciones.
- **Planta 1:** Habitaciones.
- **Azotea:** Sala de máquinas y escalera.

El edificio tiene caras orientadas al Norte, Noroeste, Sur, Sureste y Este. Ninguna cara está en contacto con edificios adyacentes. Se trata de un edificio exento y rodeado de zona ajardinada y arbolada. En la zona no existen edificios altos que proporcionen sombras a las fachadas del edificio. La zona climática de la provincia de Sevilla corresponde a la B4 según figura en el *Código Técnico de la Edificación, DB-HE Apéndice D Zonas Climáticas*

	Superficie (m <sup>2</sup> )
Planta baja	1956,5
Planta segunda	1276
Total	3232,5

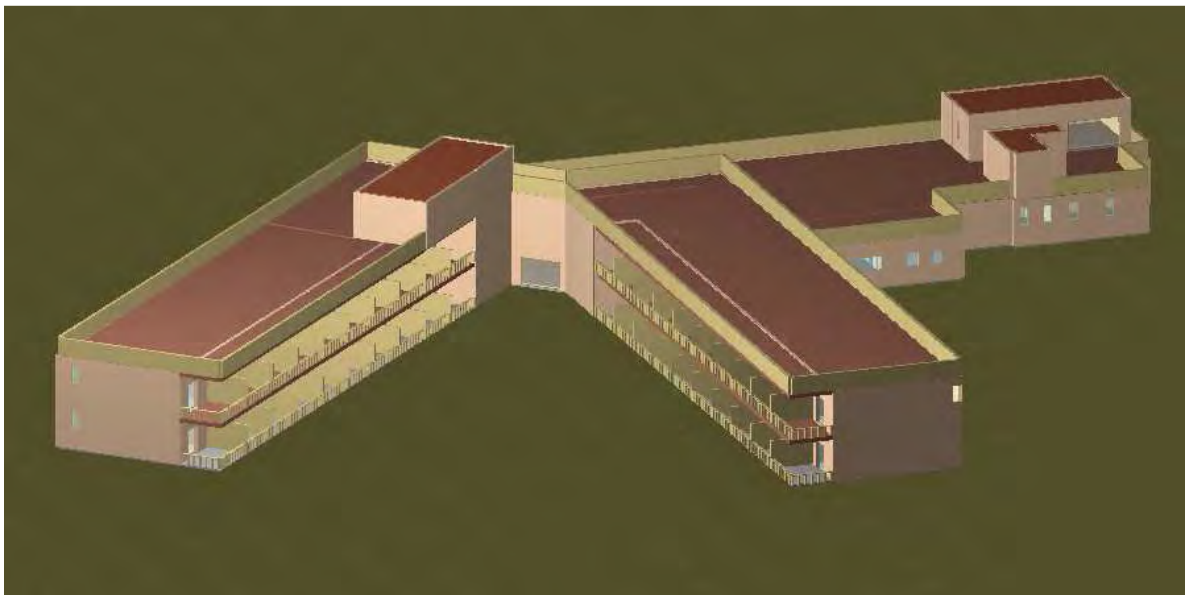
*Tabla. 3-1 Superficies de las plantas del hotel*

Hay instalados 3 ascensores, 2 para cada ala del edificio y otro para uso de personal. También hay escaleras que permiten el acceso a cualquier planta y

cubierta. La altura máxima del edificio desde el nivel del suelo (planta baja) es de 9,6 metros.



*Figura 3-1. Vista cara Norte del hotel*



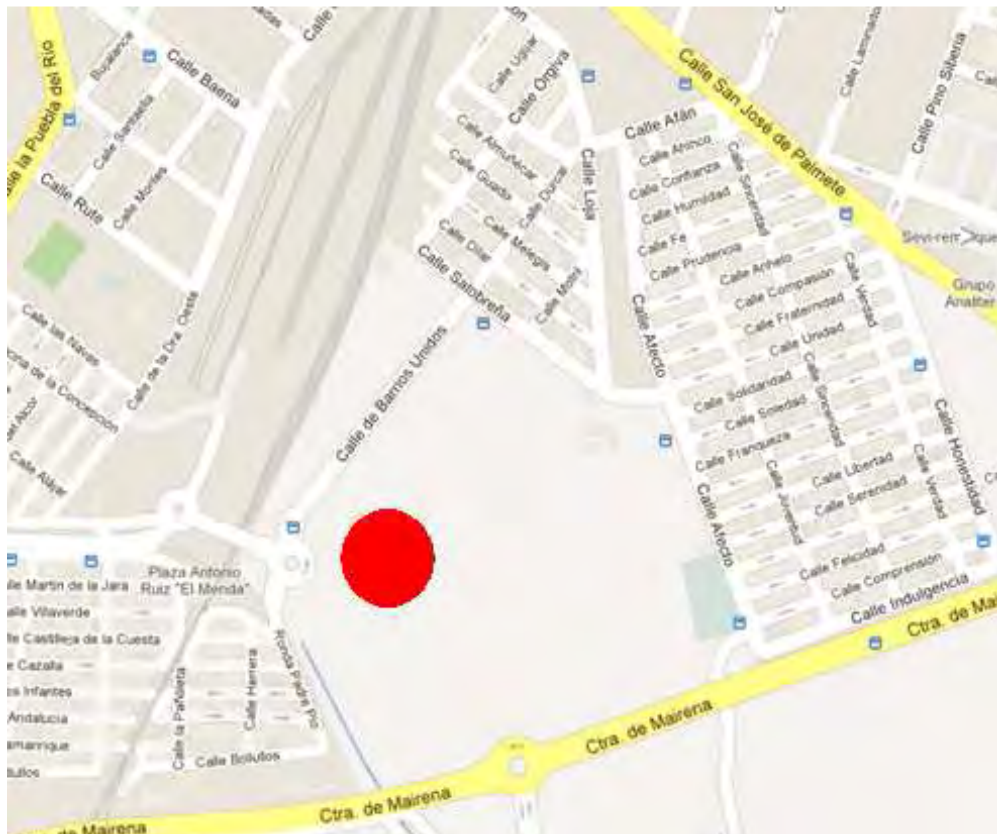
*Figura 3-2. Vista cara Sur del hotel*

En los planos del “**10.1. Planta Baja y 10.2. Planta Primera**”, podemos ver los planos detallados del edificio.

### 3.1.2 DEFINICIÓN DEL ENTORNO FÍSICO DEL EDIFICIO

A continuación se describe el entorno del edificio:

- Las habitaciones se encuentran en la planta baja y primera.
- La planta baja, está dividida en tres zonas, una con acceso a todo público (vestíbulo, restaurante,...), otra con acceso restringido para el personal del hotel (lavandería, oficinas, cuarto de basuras...) y finalmente las habitaciones.
- En la cara norte del edificio en la planta baja se encuentra el restaurante.
- La zona este se halla los recintos de acceso restringido, sólo para personal del hotel, como la lavandería, el cuarto de basuras, almacenes....
- La entrada principal da a la cara este del edificio, y comunica con la Calle de Barrios Unidos.



*Figura 3-3. Localización del hotel*

### 3.1.3 CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Para las condiciones exteriores de cálculo se han tomado como referencia las dadas por la Norma *UNE 100-001-01*, correspondientes a la localidad de Sevilla:

- Condiciones para **verano**:

Nivel de percentil de 5%	
Temperatura seca verano	35,54 °C
Temperatura húmeda verano	22,00 °C
Oscilación media diaria	15,7 °C
Oscilación media anual	37,4 °C

*Tabla. 3-2 Condiciones exteriores en verano*

- Condiciones para **invierno** para un nivel de percentil de 97,5 %:

Nivel de percentil de 97,5%	
Temperatura seca invierno	2,90 °C
Humedad relativa en invierno	90%

*Tabla. 3-3 Condiciones exteriores en invierno*

- Otros parámetros:

Parámetros	
Término municipal	Sevilla
Latitud (grados)	37,39 grados
Altitud sobre el nivel del mar	7 m
Velocidad del viento	5,6 m/s
Temperatura del terreno	6,97 °C

*Tabla. 3-4 Otros parámetros*

### 3.1.4 CONDICIONES DE CONFORT

Las condiciones interiores de confort de temperatura y humedad en los recintos climatizados en función de la actividad que se desarrolla y del grado de vestimenta, etc.... serán de:

	VERANO	INVIERNO
TEMPERATURA	24	21
HUMEDAD	50	50

*Tabla. 3-5 Condiciones interiores*

## **3.2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO**

### **3.2.1 PLANTAS Y USOS**

El edificio objeto del presente proyecto está dividido en dos plantas, distribuidas de la forma siguiente:

#### **PLANTA BAJA**

- Almacén 1-6.
- Almacén contenedores
- Almacén cocina
- Vestíbulo independencia
- Vestíbulo pasillo
- Lavandería.
- Cuarto de Limpieza.
- Aseos de restaurante.
- Recepción/Vestíbulo
- Oficina.
- Cuarto de control.
- Restaurante.
- Cocina.
- Gimnasio
- Habitaciones

#### **PLANTA PRIMERA**

- Habitaciones
- Almacenes

#### **AZOTEA**

- Cuarto de máquinas.



*Figura 3-4. Vista interior del edificio*

### 3.2.2 SUPERFICIES Y VOLÚMENES ÚTILES

La relación de las superficies útiles y volúmenes de los diferentes locales que componen la planta baja es la siguiente:

PLANTA BAJA					
Recinto	Sup. Construida (m <sup>2</sup> )	Sup.útil (m <sup>2</sup> )	Altura libre (m)	Altura incluyendo el falso techo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Almacén 1	30,5	28,2	2,31	3	84,6
Almacén 2	10,2	9,2	2,31	3	27,6
Almacén 3	19,8	18,2	2,31	3	54,6
Almacén 4	10,2	9,2	2,31	3	27,6
Almacén 5	19,8	18,2	2,31	3	54,6
Almacén 6	14,9	13,5	2,31	3	40,5
Almacén contenedores	34,6	32,1	2,31	3	96,3
Almacén cocina	5,6	4,8	2,31	3	14,4
Vestíbulo independencia	83,5	75,9	2,31	3	227,7
Vestíbulo pasillo	9,3	8,3	2,31	3	24,9
Lavandería	32,3	30,2	2,31	3	90,6
Aseos masculino	13,3	12,2	2,31	3	36,6
Aseos femeninos	11,3	10,2	2,31	3	30,6
Recepción.	208,7	202	2,31	3	606
Oficina	62,1	59	2,31	3	177
Cuarto de control	25,6	23,8	2,31	3	71,4
Restaurante	135,1	130,5	2,31	3	391,5
Cocina	30,7	28,6	2,31	3	85,8
Cámara frigorífica	11,5	10,4	2,31	3	31,2
Pasillo	120,7	110,5	2,31	3	331,5
Pasillo 2	120,7	110,5	2,31	3	331,5
Gimnasio	57,2	54,5	2,31	3	163,5
Vestuario gimnasio masculino	13,5	12,3	2,31	3	36,9
Vestuario gimnasio femenino	17	15,3	2,31	3	45,9
Habitación 1	25,5	23,7	2,31	3	71,1
Habitación 2	25,3	23,7	2,31	3	71,1
Habitación 3	25,4	23,6	2,31	3	70,8
Habitación 4	25,2	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 5	25,3	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 6	25,1	23,3	2,31	3	69,9



PLANTA BAJA					
Recinto	Sup. Construida (m <sup>2</sup> )	Sup.útil (m <sup>2</sup> )	Altura libre (m)	Altura incluyendo el falso techo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Habitación 7	25,2	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 8	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 9	25	23,2	2,31	3	69,6
Habitación 10	26,4	24,2	2,31	3	72,6
Habitación 11	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 12	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 13	25	23	2,31	3	69
Habitación 14	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 15	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 16	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 17	25	23	2,31	3	69
Habitación 18	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 19	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 20	26,3	24,1	2,31	3	72,3

*Tabla. 3-6 Superficies y volúmenes de las dependencias de la planta baja*

Las superficies y volúmenes útiles correspondientes a la planta primera:

PLANTA PRIMERA					
	Sup. Construida (m <sup>2</sup> )	Sup.útil (m <sup>2</sup> )	Altura libre (m)	Altura incluyendo el falso techo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Pasillo 2	308,7	278,1	2,31	3	834,3
Cuarto de máquinas	65,9	57,1	2,31	3	171,3
Habitación 1	25,5	23,7	2,31	3	71,1
Habitación 2	25,3	23,7	2,31	3	71,1
Habitación 3	25,4	23,6	2,31	3	70,8
Habitación 4	25,2	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 5	25,3	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 6	25,1	23,3	2,31	3	69,9
Habitación 7	25,2	23,4	2,31	3	70,2
Habitación 8	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 9	25	23,2	2,31	3	69,6
Habitación 10	26,4	24,2	2,31	3	72,6
Habitación 11	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 12	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 13	25	23	2,31	3	69
Habitación 14	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 15	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 16	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 17	25	23	2,31	3	69
Habitación 18	24,8	23	2,31	3	69
Habitación 19	25	23,1	2,31	3	69,3
Habitación 20	26,3	24,1	2,31	3	72,3

*Tabla. 3-7 Superficies y volúmenes de las dependencias de la primera planta*

Las superficies y volúmenes útiles correspondientes a la planta de la azotea:

AZOTEAS							
	Sup. Construida (m <sup>2</sup> )	Sup.útil (m <sup>2</sup> )	Altura libre (m)	Altura incluyendo el falso techo (m)	Volumen con falso techo (m <sup>3</sup> )	Volumen neto (m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cuarto de máquinas	65,9	57,1	2,59	3	166,161	147,889	171,3

*Tabla. 3-8 Superficies y volúmenes de las dependencias de la azotea*

### 3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE USO

#### 3.2.3.1 Horario de funcionamiento.

El horario de utilización del edificio vendrá determinado en función del uso de las diferentes salas que lo componen, considerándose que tendrá el siguiente horario de funcionamiento:

Parámetros	
Horas/día	24
Días/semana	7
Horas/año	8760
Periodo de apertura	365 días/año

*Tabla. 3-9 Horario de funcionamiento*

#### 3.2.3.2 Ocupación.

Un factor muy importante para hacer el cálculo de las cargas térmicas es necesario considerar el calor latente y sensible que desprenden las personas que se encuentran en la zona a estudiar. En el hotel distinguiremos zonas que tendrán diferente distribución de personas:

Ocupación	
Habitaciones	4 personas
Restaurante	100 personas
Vestíbulo	9m <sup>2</sup> / persona
Oficina	4 personas
Cocina	7 personas
Pasillos	9 m <sup>2</sup> /persona
Aseos Restaurante	8 personas
Vestuario Gimnasio	10 personas
Gimnasio	11 personas

*Tabla. 3-10 Ocupación de cada recinto*

#### 3.2.3.3 Iluminación.

Se considera un aporte energético debido al alumbrado del hotel en todas sus zonas de

Iluminación	
Habitaciones	6 W/ m <sup>2</sup>
Restaurante	15 W/m <sup>2</sup>
Vestíbulo	24 W/m <sup>2</sup>
Oficina	14 W/m <sup>2</sup>
Cocina	18 W/m <sup>2</sup>
Aseos	10 W/ m <sup>2</sup>
Gimnasio	25 W/m <sup>2</sup>

*Tabla. 3-11 Potencia de Iluminación de cada recinto*

### 3.3 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

Para la verificación del cumplimiento de la limitación de demanda energética es necesario realizar una comprobación.

Comprobaremos que las transmitancias térmicas de los distintos elementos calculados en no superan los límites establecidos en el DB. Esta es una comprobación por elementos constructivos, encaminada a evitar descompensaciones entre la calidad térmica de los distintos espacios.

Se debe comprobar que la transmitancia térmica de los distintos componentes de la envolvente es inferior a los valores límites de la “*Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica (U en W/m K) del RITE*”.

Como vimos, la zona climática de la provincia de Sevilla corresponde a la B4 según figura en el *Código Técnico de la Edificación, DB-HE Apéndice D Zonas Climáticas*

No se comprueban las transmitancias térmicas máximas de puentes térmicos ni de huecos no acristalados, ya que no figuran valores límite para estos elementos, aunque sí influirán en el cálculo de los parámetros característicos medios.

#### 3.3.1 FICHA 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez están en contacto con el exterior.

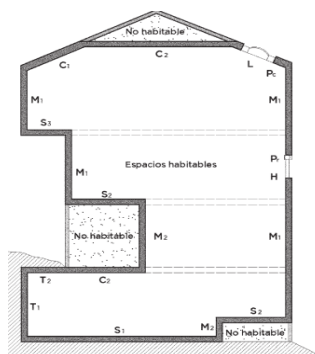


Figura 3-5 Envolvente del edificio

**CERRAMIENTOS**



Los parámetros característicos de la envolvente son:

- **$U_M$** . Transmitancia térmica de muros de fachada.
- **$U_C$** . Transmitancia térmica de cubiertas.
- **$U_S$** . Transmitancia térmica de suelos.
- **$U_T$** . Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno.
- **$U_H$** . Transmitancia térmica de huecos.
- **$F_H$** . Factor solar modificado de huecos.

Los "**parámetros característicos medios**" que definen la envolvente térmica son medias ponderadas de los valores de transmitancia y factor solar (parámetros característicos) de los distintos cerramientos que componen un edificio y son:

- **$U_{M_m}$** . Transmitancia térmica de muros de fachada para cada orientación, incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos, pilares en fachada y de cajas de persianas, u otros.
- **$U_{C_m}$** . Transmitancia térmica de cubiertas incluyendo en el promedio la transmitancia de los lucernarios UL y los puentes térmicos integrados en cubierta UPC.
- **$U_{S_m}$** . Transmitancia térmica de suelos.
- **$U_{T_m}$** . Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno.
- **$U_{H_m}$** . Transmitancia térmica de huecos para cada orientación.
- **$F_{H_m}$**  factor solar modificado de huecos.

En la tabla de la figura siguiente se muestran las formulas para hallar los distintos parámetros característicos medios que deben ser comparados con unos valores límite que dependen de la zona climática.

Cerramiento y particiones interiores	Componentes	Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límites
Cubiertas	C <sub>1</sub> En contacto con el aire	U <sub>c1</sub>	$U_{Cm} = \frac{\sum A_{c1} \cdot U_{c1} + \sum A_{rc} \cdot U_{rc} + \sum A_{lc} \cdot U_{lc}}{\sum A_{c1} + \sum A_{rc} + \sum A_{lc}}$	U <sub>Cm</sub> ≤ U <sub>Clim</sub>
	C <sub>2</sub> Es espacio con un espacio no habitable	U <sub>c2</sub>		
	P <sub>c</sub> Puente térmico (contorno de lucernario > 0,5 m²)	U <sub>pc</sub>		
		U <sub>L</sub>		
	L Lucernarios	F <sub>L</sub>	$F_{Lm} = \frac{\sum A_{LF} \cdot F_L}{\sum A_{LF}}$	F <sub>Lm</sub> ≤ F <sub>Llim</sub>
Fachadas	M <sub>1</sub> Muro en contacto con el aire	U <sub>M1</sub>	$U_{Mm} = \frac{\sum A_{M1} \cdot U_{M1} + \sum A_{PF1} \cdot U_{PF1} + \sum A_{PF2} \cdot U_{PF2} + \sum A_{PF3} \cdot U_{PF3}}{\sum A_{M1} + \sum A_{PF1} + \sum A_{PF2} + \sum A_{PF3}}$	U <sub>Mm</sub> ≤ U <sub>Mlim</sub>
	M <sub>2</sub> Muro en contacto con espacios no habitables	U <sub>M2</sub>		
	P <sub>F1</sub> Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m²)	U <sub>PF1</sub>		
	P <sub>F2</sub> Puente térmico (pilares de fachada > 0,5 m²)	U <sub>PF2</sub>		
	P <sub>F3</sub> Puente térmico (caja de persianas > 0,5 m²)	U <sub>PF3</sub>		
		U <sub>H</sub>	$U_{Hm} = \frac{\sum A_{H1} \cdot U_{H1}}{\sum A_{H1}}$	U <sub>Hm</sub> ≤ U <sub>Hlim</sub>
	H Huecos	F <sub>H</sub>	$F_{Hm} = \frac{\sum A_{HF} \cdot F_H}{\sum A_{HF}}$	F <sub>Hm</sub> ≤ F <sub>Hlim</sub>

Figura 3-6. Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límites

A continuación pasamos a calcular los por parámetros característicos medios (U<sub>m</sub> y F<sub>m</sub>) por categorías de elementos y orientaciones, ponderando los parámetros característicos en función de la superficie total para cada caso.



**ZONA CLIMÁTICA B4** Zona de baja carga interna ☐ Zona de alta carga interna ☒

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	A · U ( $W/K$ )	Resultados
N	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.43)	42.91	0.21	9.00	$\Sigma A = 691.24 m^2$ $\Sigma AU = 213.79 W/K$ $U_{Mm} = \Sigma AU / \Sigma A = 0.31 W/m^2K$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	100.33	0.49	49.04	
	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	399.75	0.30	117.97	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.60)	12.15	0.29	3.56	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	4.77	0.25	1.19	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.45)	13.90	0.22	3.05	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.36)	38.33	0.18	6.73	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.55)	1.21	0.27	0.32	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.63)	37.99	0.31	11.70	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.46)	4.77	0.22	1.07	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.38)	18.47	0.19	3.43	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.82)	5.91	0.40	2.36	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.83)	10.76	0.40	4.36	

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A ( $m^2$ )	U ( $W/m^2K$ )	A · U ( $W/K$ )	Resultados
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	30.53	0.49	14.93	
	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	255.27	0.30	75.33	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.63)	16.78	0.31	5.16	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.43)	5.63	0.21	1.18	
E	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	4.77	0.25	1.19	$\Sigma A = 382.37 m^2$  $\Sigma A U = 116.06 W/K$  $U_{Mm} = \Sigma AU / \Sigma A = 0.30 W/m^2K$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.60)	21.24	0.29	6.22	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.36)	6.68	0.18	1.17	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.45)	5.82	0.22	1.28	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.50)	3.81	0.24	0.93	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.66)	14.73	0.32	4.74	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.55)	6.70	0.27	1.80	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.38)	5.63	0.19	1.04	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.47)	4.77	0.23	1.09	
	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	201.01	0.30	59.32	

<b>Muros (<math>U_{Mm}</math>) y (<math>U_{Tm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
<b>O</b>	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	7.33	0.25	1.83	$\Sigma A = 285.89 \text{ m}^2$  $\Sigma U = 87.82 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A U / \Sigma A = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.43)	5.78	0.21	1.21	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	30.53	0.49	14.93	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.66)	14.69	0.32	4.73	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.50)	5.48	0.24	1.34	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.45)	6.24	0.22	1.37	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.36)	0.87	0.18	0.15	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.47)	8.16	0.23	1.87	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.38)	5.78	0.19	1.07	
<b>S</b>	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	97.78	0.30	28.86	$\Sigma A = 241.54 \text{ m}^2$  $\Sigma A U = 75.68 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A U / \Sigma A = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	34.90	0.49	17.06	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.60)	12.49	0.29	3.66	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	13.46	0.25	3.35	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.63)	56.72	0.31	17.44	

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.36)	12.72	0.18	2.23	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.47)	13.47	0.23	3.09	
SE	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	214.54	0.30	63.31	$\Sigma A = 272.45 \text{ m}^2$  $\Sigma A U = 84.20 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A U / \Sigma A = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	30.53	0.49	14.93	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.43)	5.78	0.21	1.21	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	7.67	0.25	1.91	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.36)	5.78	0.18	1.02	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.46)	8.13	0.22	1.82	
SO	Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	84.30	0.30	24.88	$\Sigma A = 166.86 \text{ m}^2$  $\Sigma A U = 55.21 \text{ W/K}$  $U_{Mm} = \Sigma A U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	34.90	0.49	17.06	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.51)	13.27	0.25	3.30	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.60)	12.56	0.29	3.68	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.46)	13.50	0.22	3.03	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado (b = 0.80)	8.33	0.39	3.26	
C-TER					$\Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>

**Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )**

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
				$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

**Suelos ( $U_{Sm}$ )**

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo (B' = 12.2 m)	1243.51	0.48	596.18	$\Sigma A = 1243.51 \text{ m}^2$
				$\Sigma A \cdot U = 596.18 \text{ W/K}$
				$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ ,  $F_{Lm}$ )**

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	1204.74	0.28	333.07	$\Sigma A = 1235.67 \text{ m}^2$
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - Forjado unidireccional - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo (b = 0.80)	15.02	0.27	4.09	$\Sigma A \cdot U = 344.67 \text{ W/K}$
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - tr (Forjado unidireccional)	15.90	0.47	7.51	$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	F	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
				$\Sigma A =$ <input type="text"/>
				$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>
				$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>

**Huecos ( $U_{Hm}$ ,  $F_{Hm}$ )**

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	32.40	2.75	89.10
	Cristaleras habitaciones	32.03	2.33	74.62
				$\Sigma A = 64.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 163.72 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.54$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	6.64	3.30	0.63	21.91	4.18	$\Sigma A = 19.67 \text{ m}^2$
	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	0.52	3.30	0.59	1.73	0.31	$\Sigma A \cdot U = 57.33 \text{ W/K}$
	Cristaleras habitaciones	1.71	2.33	0.59	3.99	1.01	$\Sigma A \cdot F = 8.85 \text{ m}^2$
	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	10.80	2.75	0.31	29.70	3.35	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot 2.91$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.45$
<b>O</b>	Cristaleras habitaciones	2.64	2.33	0.64	6.16	1.69	$\Sigma A = 59.20 \text{ m}^2$
	Cristaleras habitaciones	56.55	2.33	0.71	131.77	40.15	$\Sigma A \cdot U = 137.93 \text{ W/K}$
							$\Sigma A \cdot F = 41.85 \text{ m}^2$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot 2.33$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.71$
<b>S</b>	Cristaleras habitaciones	7.75	2.33	0.78	18.05	6.04	$\Sigma A = 9.81 \text{ m}^2$
	Cristaleras habitaciones	1.50	2.33	0.52	3.50	0.78	$\Sigma A \cdot U = 23.09 \text{ W/K}$
	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	0.56	2.75	0.23	1.54	0.13	$\Sigma A \cdot F = 6.95 \text{ m}^2$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot 2.35$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.71$
<b>SE</b>	Cristaleras habitaciones	62.26	2.33	0.67	145.07	41.72	$\Sigma A = 62.26 \text{ m}^2$
							$\Sigma A \cdot U = 145.07 \text{ W/K}$
							$\Sigma A \cdot F = 41.72 \text{ m}^2$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot 2.33$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.67$
<b>SO</b>	Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	1.44	2.75	0.27	3.96	0.39	$\Sigma A = 1.44 \text{ m}^2$
							$\Sigma A \cdot U = 3.96 \text{ W/K}$
							$\Sigma A \cdot F = 0.39 \text{ m}^2$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot 2.75$ $U / \Sigma A = \text{W/m}^2\text{K}$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot$ $F / \Sigma A = 0.27$





El coeficiente de transmisión de los cerramientos arroja los siguientes resultados:

CERRAMIENTO	U (W / m <sup>2</sup> K)
Cubierta	0,47<0,59
Fachadas exteriores	0,30<1,07
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,49<1,07
Suelo	0,48<0,68
Vidrios y marcos de huecos	3,30<5,70

*Tabla. 3-12 Coeficientes de transmisión*

Los valores U límites anteriores son los valores superiores que pueden llegar a tener los valores U medios que caractericen a cada cerramiento y partición interior de la envolvente térmica. Por tanto, son la referencia principal a la hora de cuantificar la Exigencia.

### 3.3.3 FICHA 3: CONFORMIDAD. CONDENSACIONES

A continuación pasamos a la verificación del cumplimiento de la exigencia de control de condensaciones. Esta verificación se debe realizar para las condensaciones superficiales y para las intersticiales.

Para ello utilizaremos datos de transmitancia térmica de los componentes estudiados en la limitación de demanda.

#### ➤ Condensaciones superficiales

Es necesario realizar esta comprobación para cerramientos y puentes térmicos. El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima asegura la verificación de la comprobación de limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos.

Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

#### ➤ Condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento se calculara:

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos													
Tipos	C. superficiales			C. intersticiales									
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	Capa 9	Capa 10
Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	$f_{Rsi}$	0.93	$P_n$	1016.02	1016.04	1016.07	1016.09	1016.71	1016.76	1016.76	1016.79	1016.82	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$	1296.81	1298.96	1638.73	1641.37	1675.49	1683.31	1728.52	2261.09	2284.34	2285.84
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	$f_{Rsi}$	0.93	$P_n$	1016.39	1016.92	1016.92	1252.79	1252.86	1253.38	1284.83	1285.17	1285.24	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$	1295.88	1302.72	1307.42	1310.92	1627.40	1775.58	1837.93	1892.89	2276.65	2300.02
Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)	$f_{Rsi}$	0.93	$P_n$	1021.29	1030.10	1037.15	1045.96	1248.66	1264.52	1266.29	1274.75	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$	1296.82	1298.98	1639.17	1641.82	1675.99	1683.82	1729.09	2262.49	2285.78	
Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - tr (Forjado unidireccional)	$f_{Rsi}$	0.88	$P_n$	1017.10	1018.19	1281.20	1284.05	1284.62	1285.32				
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$	1379.27	1453.00	1543.38	1624.74	2234.74	2274.15				
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	$f_{Rsi}$	0.81	$P_n$										
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$										
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$										
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$										
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	$f_{Rsi}$	0.69	$P_n$										
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$										
Puente térmico entre cerramiento y forjado	$f_{Rsi}$	0.72	$P_n$										
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$										
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	$f_{Rsi}$	0.61	$P_n$										
	$f_{Rmin}$	0.36	$P_{sat,n}$										

### **3.4 DATOS PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS TÉRMICOS**

Para el cálculo de cargas térmicas es necesario definir una serie de parámetros que se agrupan en tres tipos:

➤ **Datos exteriores**

Para realizar el cálculo de la carga térmica hay que seleccionar las condiciones climáticas y la situación geográfica de la obra. Todos estos datos permitirán calcular la radiación solar, la temperatura de bulbo seco y húmedo relativa para cada hora y día del año.

➤ **Datos de los cerramientos**

Un recinto está delimitado por elementos constructivos, tales como paredes, forjados y huecos. La orientación debe ser definida para el caso de los elementos verticales que estén al exterior. Las paredes pueden definirse por capas o con un cálculo simplificado.

➤ **Datos de los recintos**

Los recintos se definen con unas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa. Para el cálculo de refrigeración deben definirse también, cuando sea necesario, la ocupación, la iluminación, la ventilación y la simulación de otras cargas del recinto. Además, la selección del tipo de suelo es necesaria para tener en cuenta la acumulación de calor en el recinto.

### 3.5 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

A continuación, se van a describir los elementos constructivos, cerramientos, fachadas, azoteas, huecos y forjado sanitario. Se realiza un listado de las diferentes capas de los elementos con sus correspondientes espesores y finalmente se calcula la transmitancia del elemento.

Se han obtenido estos resultados por medio del programa Cype, al diseñar el edificio en 3D y realizar su análisis de certificación energética con el software Lyder.

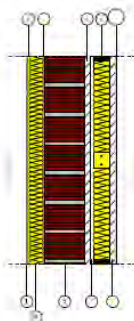
#### 3.5.1 CERRAMIENTOS EXTERIORES

##### 3.5.1.1 Fachadas

**Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)**

Superficie total 1286.27 m<sup>2</sup>

Fachada de ladrillo cara vista de 11.5 cm con revestimiento exterior adherido ETICS formado por mortero base de 5 mm, aislamiento de lana de roca de 4 cm, mortero base de 5 mm y mortero decorativo de 3 mm, con enlucido de yeso de 1.5 cm al interior; ACABADO INTERIOR: Alicatado con azulejo liso, 1/0/-/-, 15x15 cm, colocado mediante mortero de cemento M-5.



Listado de capas:

1 - Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	0.3 cm
2 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
3 - Lana mineral ISOVER 'Arena'	4 cm
4 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
5 - Ladrillo macizo cara vista	11.5 cm
6 - Enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Separación	1 cm
8 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
10 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm

Espesor total: 26.1 cm

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.30 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 311.89 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 272.42 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_v)$ : 70.0(-3; -9) dB

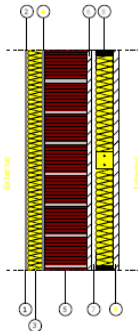
Referencia del ensayo: Ensayo SAINT GOBAIN Sistema ETICS LR

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento,  $\Delta R_A$ : 9.3 dBA

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+C1+H1+J2

<b>Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)</b>		Superficie total 306.25 m²
Fachada de ladrillo cara vista de 11.5 cm con revestimiento exterior adherido ETICS formado por mortero base de 5 mm, aislamiento de lana de roca de 4 cm, mortero base de 5 mm y mortero decorativo de 3 mm, con enlucido de yeso de 1.5 cm al interior.		
	1 - Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	0.3 cm
	2 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
	3 - Lana mineral ISOVER 'Arena'	4 cm
	4 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
	5 - Ladrillo macizo cara vista	11.5 cm
	6 - Enlucido de yeso	1.5 cm
	7 - Separación	1 cm
	8 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
	9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:		25.6 cm
Limitación de demanda energética	U <sub>m</sub> : 0.30 W/m²K	
Protección frente al ruido	Masa superficial: 300.39 kg/m² Masa superficial del elemento base: 272.42 kg/m² Caracterización acústica por ensayo, R <sub>m</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 70.0(-3; -9) dB Referencia del ensayo: Ensayo SAINT GOBAIN Sistema ETICS LR Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento, ΔR <sub>A</sub> : 9.3 dBA	
Protección frente a la humedad	Grado de impermeabilidad alcanzado: 5 Condiciones que cumple: R3+C1+H1+J2	



### 3.5.2 FORJADO SANITARIO

#### Forjado sanitario - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo

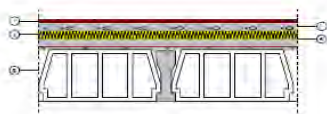
Superficie total 1558.45 m<sup>2</sup>

##### REVESTIMIENTO DEL SUELO

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 (m<sup>2</sup>K)/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

##### ELEMENTO ESTRUCTURAL

Forjado sanitario, canto 30 = 25+5 cm; HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; vigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm y malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión, sobre murete de apoyo de ladrillo cerámico perforado para revestir.



##### Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0,2 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm

Espesor total: 39.2 cm

Espesor total: 39.2 cm

Altura libre: 60 cm

Nivel de estanqueidad: Totalmente estanco

Limitación de demanda energética  $U_s$ : 0.48 W/m<sup>2</sup>K(Para una longitud característica  $B' = 11.7$  m)

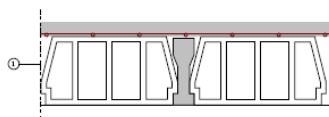
Protección frente al ruido

Masa superficial: 478.73 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 376.13 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_v)$ : 56.3(-1; -6) dBMejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, debida al suelo flotante,  $\Delta R_A$ : 6 dBANivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 74.0 dBReducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante,  $\Delta L_{p,w}$ : 33 dB

#### Forjado sanitario

Superficie total 224.22 m<sup>2</sup>

Forjado sanitario, canto 30 = 25+5 cm; HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; vigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm y malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión, sobre murete de apoyo de ladrillo cerámico perforado para revestir.



##### Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
--	-------

Espesor total: 30 cm

Altura libre: 60 cm

Nivel de estanqueidad: Totalmente estanco

Limitación de demanda energética  $U_s$ : 1.20 W/m<sup>2</sup>K(Para una longitud característica  $B' = 11.7$  m)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 372.33 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_v)$ : 56.3(-1; -6) dBNivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 74.0 dB

3.5.3 AZOTEA

<b>Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)</b>		Superficie total 1425.41 m <sup>2</sup>
<p>REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.</p> <p>ELEMENTO ESTRUCTURAL</p> <p>Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 en capa de compresión; vigas planas; soportes.</p> <p>REVESTIMIENTO DEL TECHO</p> <p>Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor; TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable de placas de escayola fisurada, con perfilera vista blanca estándar.</p>		
	Listado de capas:	
	1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
	2 - Adhesivo cementoso	4 cm
	3 - Geotextil de poliéster	0.08 cm
	4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36 cm
	5 - Lana mineral soldable	5 cm
	6 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
	7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
	8 - Cámara de aire sin ventilar	26 cm
	9 - Lana mineral	4 cm
	10 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm
Espesor total:		82.04 cm
Limitación de demanda energética	U <sub>c</sub> refrigeración: 0.27 W/m <sup>2</sup> K U <sub>c</sub> calefacción: 0.28 W/m <sup>2</sup> K	
Protección frente al ruido	Masa superficial: 554.29 kg/m <sup>2</sup> Masa superficial del elemento base: 432.33 kg/m <sup>2</sup> Caracterización acústica, R <sub>w</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 58.7(-1; -6) dB	
Protección frente a la humedad	Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado	

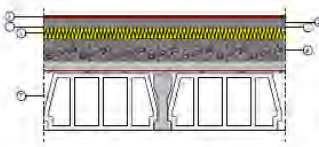
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)

Superficie total 437.11 m<sup>2</sup>

REVESTIMIENTO EXTERIOR: Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: arcilla expandida; aislamiento térmico: panel rígido de lana de roca soldable, de 50 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora bajo protección: geotextil de fibras de poliéster; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 en capa de compresión; vigas planas; soportes.

	Listado de capas:	
	1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
	2 - Adhesivo cementoso	4 cm
	3 - Geotextil de poliéster	0,08 cm
	4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0,36 cm
	5 - Lana mineral soldable	5 cm
	6 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
	7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:		50.44 cm
Limitación de demanda energética	U <sub>c</sub> refrigeración: 0.43 W/m <sup>2</sup> K U <sub>c</sub> calefacción: 0.45 W/m <sup>2</sup> K	
Protección frente al ruido	Masa superficial: 539.49 kg/m <sup>2</sup>	
	Masa superficial del elemento base: 432.33 kg/m <sup>2</sup>	
	Caracterización acústica, R <sub>w</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 58.7(-1; -6) dB	
Protección frente a la humedad	Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo	
	Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado	

3.5.4 TEJADO

Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilería vista - tr

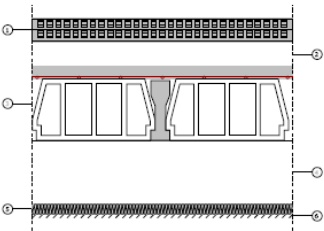
(Forjado unidireccional)

Superficie total 140.24 m²

Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 en capa de compresión; vigas planas; soportes.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor; TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable de placas de escayola fisurada, con perfilería vista blanca estándar.

	Listado de capas:	
	1 - t	10 cm
	2 - Cámara de aire	10 cm
	3 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
	4 - Cámara de aire sin ventilar	26 cm
	5 - Lana mineral	4 cm
Espesor total:		81.6 cm
Limitación de demanda energética		
Protección frente al ruido		
Protección frente a la humedad		

U<sub>c</sub> refrigeración: 0.46 W/m²K  
U<sub>c</sub> calefacción: 0.47 W/m²K  
Masa superficial: 487.13 kg/m²  
Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m²  
Caracterización acústica por ensayo, R<sub>w</sub>(C; C<sub>tr</sub>): 55.0(-1; -3) dB  
Tipo de cubierta: Tablero cerámico y tabicones aligerados sobre forjado de hormigón  
Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

### 3.5.5 HUECOS VERTICALES

Ventanas					
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	Dimensiones	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa
Cristaleras habitaciones (x4)		148 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		145 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		152 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		156 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		164 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		153 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		162 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		166 x 200			
Cristaleras habitaciones		132 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		156 x 200			
Cristaleras habitaciones (x8)		151 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		150 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		148 x 200			
Cristaleras habitaciones (x5)		132 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		153 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		149 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		157 x 200			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x54)	Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm	60 x 120	2.20	0.50	Clase 3
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x2)	Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm	60 x 120	2.20	0.50	Clase 3
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x2)		71 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4		52 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x2)		87 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4		93 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x2)		89 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4		77 x 100			
Cristaleras habitaciones		660 x 150			
Cristaleras habitaciones (x2)		356 x 150			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x5)	Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm	60 x 120	2.20	0.50	Clase 3
Cristaleras habitaciones		764 x 150			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4 (x23)	Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm	60 x 120	2.20	0.50	Clase 3
Cristaleras habitaciones (x4)		148 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		145 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		152 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		156 x 200			
Cristaleras habitaciones (x4)		164 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		153 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		162 x 200			
Cristaleras habitaciones (x2)		166 x 200			
Cristaleras habitaciones		132 x 200			
Cristaleras habitaciones		132 x 200			
Cristaleras habitaciones		775 x 100			
Cristaleras habitaciones		58 x 100			
Cristaleras habitaciones		53 x 100			
Cristaleras habitaciones		61 x 100			

Ventanas					
Acristalamiento	$M_M$	Dimensiones	$U_{Marco}$	FM	Pa
Cristaleras habitaciones		79 x 100			
Cristaleras habitaciones		71 x 100			
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4	Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm	47 x 120	2.20	0.50	Clase 3
Abreviaturas utilizadas					
$M_M$	Material del marco	$C_M$	Color del marco (absortividad)		
Dimensiones	Ancho x Alto (cm)	$U_{Hueco}$	Coefficiente de transmisión ( $W/m^2K$ )		
$U_{Marco}$	Coefficiente de transmisión ( $W/m^2K$ )	$F_S$	Factor de sombra		
FM	Fracción de marco	$F_H$	Factor solar modificado		
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería	$R_w (C;C_{tr})$	Valores de aislamiento acústico (dB)		

Puertas				
Tipo	Dimensiones	$EI_2$ t-C5	$U_{Puerta}$	$R_w (C;C_{tr})$
entrada hotel (x2)	300 x 203		2.00	40(-1;-2)
CORTAFUEGOS (x6)	73 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
Abreviaturas utilizadas				
Dimensiones	Ancho x Alto (cm)	$U_{Puerta}$	Coefficiente de transmisión ( $W/m^2K$ )	
$EI_2$ t-C5	Resistencia al fuego en minutos	$R_w (C;C_{tr})$	Valores de aislamiento acústico (dB)	



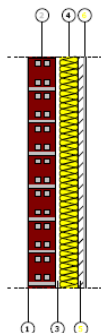
## 3.5.6 SISTEMAS DE COMPARTICIÓN

### 3.5.6.1 Particiones verticales

#### Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara

Superficie total 1644.27 m<sup>2</sup>

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES: aislamiento formado por panel autoportante de lana mineral Arena de alta densidad, Plaver Arena "ISOVER", de 40 mm de espesor; TRASDOSADO: trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 Standard (A)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total; ACABADO EN AMBAS CARAS: Alicatado con azulejo liso, 1/0/-/-, 15x15 cm, colocado mediante mortero de cemento M-5.



#### Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
3 - Separación	1 cm
4 - Plaver Arena	4.8 cm
5 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
6 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>15.3 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.49 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 102.40 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 76.60 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_v)$ : 35.5(-1; -1) dB

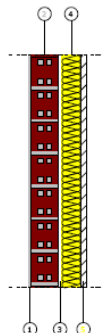
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento,  $\Delta R_A$ : 17 dBA

#### Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara

Superficie total 81.70 m<sup>2</sup>

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES: aislamiento formado por panel autoportante de lana mineral Arena de alta densidad, Plaver Arena "ISOVER", de 40 mm de espesor; TRASDOSADO: trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 Standard (A)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total; ACABADO A LA IZQUIERDA: Alicatado con azulejo liso, 1/0/-/-, 15x15 cm, colocado mediante mortero de cemento M-5.



#### Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
3 - Separación	1 cm
4 - Plaver Arena	4.8 cm
5 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>14.8 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.49 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

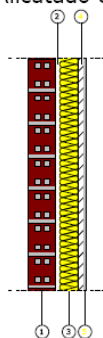
Masa superficial: 90.90 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 76.60 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_v)$ : 35.5(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento,  $\Delta R_A$ : 17 dBA

**Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara**Superficie total 362.79 m<sup>2</sup>

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES: aislamiento formado por panel autoportante de lana mineral Arena de alta densidad, Plaver Arena "ISOVER", de 40 mm de espesor; TRASDOSADO: trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 Standard (A)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total; ACABADO A LA DERECHA: Alicatado con azulejo liso, 1/0/-/-, 15x15 cm, colocado mediante mortero de cemento M-5.

**Listado de capas:**

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
2 - Separación	1 cm
3 - Plaver Arena	4.8 cm
4 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>14.8 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.49 W/m<sup>2</sup>K

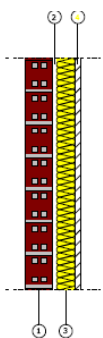
Protección frente al ruido

Masa superficial: 90.90 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 65.10 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_w)$ : 35.5(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento,  $\Delta R_A$ : 17 dBA**Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara**Superficie total 739.90 m<sup>2</sup>

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES: aislamiento formado por panel autoportante de lana mineral Arena de alta densidad, Plaver Arena "ISOVER", de 40 mm de espesor; TRASDOSADO: trasdosado autoportante libre W 625 "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 Standard (A)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total.

**Listado de capas:**

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
2 - Separación	1 cm
3 - Plaver Arena	4.8 cm
4 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>14.3 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_m$ : 0.49 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 79.40 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 65.10 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica por ensayo,  $R_w(C; C_w)$ : 33.1(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, del revestimiento,  $\Delta R_A$ : 18 dBA

### 3.5.6.2 Forjado entre pisos

**Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilería vista - Forjado unidireccional - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo**

Superficie total 899.71 m<sup>2</sup>

#### REVESTIMIENTO DEL SUELO

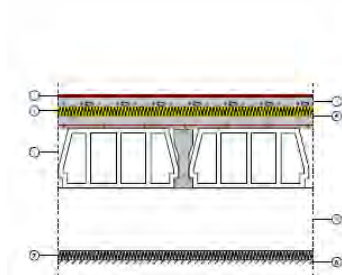
PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 (m<sup>2</sup>K)/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

#### ELEMENTO ESTRUCTURAL

Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 en capa de compresión; vigas planas; soportes.

#### REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: AISLAMIENTO: aislamiento acústico formado por panel semirrígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor; TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable de placas de escayola fisurada, con perfilería vista blanca estándar.



#### Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
6 - Cámara de aire sin ventilar	26 cm
7 - Lana mineral	4 cm
8 - Falso techo registrable de placas de escayola	1.6 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>70.8 cm</b>

Limitación de demanda energética  $U_r$  refrigeración: 0.34 W/m<sup>2</sup>K

$U_c$  calefacción: 0.32 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 493.53 kg/m<sup>2</sup>

Masa superficial del elemento base: 376.13 kg/m<sup>2</sup>

Caracterización acústica,  $R_w(C; C_c)$ : 56.3(-1; -6) dB

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, debida al suelo flotante,  $\Delta R_A$ : 6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 74.0 dB

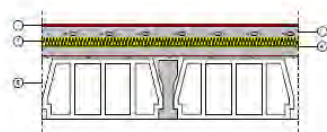
Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante,  $\Delta L_{p,w}$ : 33 dB

**Forjado unidireccional - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo**Superficie total 22.11 m<sup>2</sup>**REVESTIMIENTO DEL SUELO**

PAVIMENTO: Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, 2/0/-/-, de 25x25 cm, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Suelo flotante, compuesto de: BASE AUTONIVELANTE: capa fina de pasta niveladora de suelos, tipo CT C20 F6, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; AISLAMIENTO: aislamiento térmico y acústico formado por panel rígido de lana de roca volcánica, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 (m<sup>2</sup>K)/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; CAPA DE REGULARIZACIÓN: base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, tipo CT C20 F6, de 40 mm de espesor.

**ELEMENTO ESTRUCTURAL**

Estructura de hormigón armado HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; forjado unidireccional, horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 en capa de compresión; vigas planas; soportes.

**Listado de capas:**

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1 cm
2 - Base de mortero autonivelante de cemento	4 cm
3 - Lana mineral	4 cm
4 - Mortero autonivelante de cemento	0,2 cm
5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm

Espesor total: 39.2 cm

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración: 0.63 W/m<sup>2</sup>K $U_c$  calefacción: 0.58 W/m<sup>2</sup>K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 478.73 kg/m<sup>2</sup>Masa superficial del elemento base: 376.13 kg/m<sup>2</sup>Caracterización acústica,  $R_w(C; C_{tr})$ : 56.3(-1; -6) dBMejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, debida al suelo flotante,  $\Delta R_A$ : 6 dBANivel global de presión de ruido de impactos normalizado,  $L_{n,w}$ : 74.0 dBReducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante,  $\Delta L_{D,n}$ : 33 dB**3.5.6.3 Huecos verticales interiores**

En la siguiente tabla, se recogen los datos de las dimensiones de las puertas y su transmitancia.

Puertas				
Tipo	Dimensiones	EI <sub>2</sub> t-C5	U <sub>Puerta</sub>	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )
Puerta de paso interior, de madera (x59)	82 x 203		1.64	
HABITACION (x10)	72 x 203		2.00	50(-1;-2)
HABITACION (x24)	72 x 203		2.00	50(-1;-2)
HABITACION (x4)	65 x 203		2.00	50(-1;-2)
HABITACION	70 x 203		2.00	50(-1;-2)
HABITACION	71 x 203		2.00	50(-1;-2)
CORTAFUEGOS (x2)	80 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS (x2)	58 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	62 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	145 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS (x2)	55 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	91 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	140 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	85 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
CORTAFUEGOS	146 x 203	30	2.00	60(-1;-2)
Abreviaturas utilizadas				
Dimensiones	Ancho x Alto (cm)	U <sub>Puerta</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)	
EI <sub>2</sub> t-C5	Resistencia al fuego en minutos	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	Valores de aislamiento acústico (dB)	



### 3.5.7 MATERIALES

Listado de cada material utilizado en los cerramientos con sus correspondientes características y propiedades.

Capas						
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp	$\mu$
Adhesivo cementoso	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5	2300	1.3	0.00385	840	100000
Base de mortero autonivelante de cemento	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Enlucido de yeso	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
Falso techo registrable de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30	1241.11	1.43	0.21	1000	80
Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10	600	0.19	0.526	1000	4
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7	930	0.438	0.16	1000	10
Geotextil de poliéster	0.08	250	0.038	0.0211	1000	1
Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0.36	1100	0.23	0.0157	1000	50000
Ladrillo macizo cara vista	11.5	2170	0.991	0.116	1000	10
Lana mineral	4	40	0.035	1.14	840	1
Lana mineral	4	40	0.035	1.14	1000	1
Lana mineral ISOVER 'Arena'	4	40	0.031	1.29	1000	1
Lana mineral soldable	5	40	0.039	1.28	1000	1
Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	0.3	2150	0.55	0.00545	1000	10
Mortero autonivelante de cemento	0.2	1900	1.3	0.00154	1000	10
Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5	1125	0.55	0.00909	1000	10
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8	40	0.031	1.55	1000	1
Pavimento de gres rústico	1	2500	2.3	0.00435	1000	30
Placa de yeso laminado	1.5	825	0.25	0.06	1000	4
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	825	0.25	0.06	1000	4
Plaver Arena	4.8	40	0.034	1.41	1000	1
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1	2500	2.3	0.00435	1000	30
t	10	1000	0.5	0.2	1000	1
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)			RT	Resistencia térmica ( $m^2K/W$ )	
$\rho$	Densidad ( $kg/m^3$ )			Cp	Calor específico ( $J/kgK$ )	
$\lambda$	Conductividad ( $W/mK$ )			$\mu$	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	

Vidrios			
Material		U <sub>Vidrio</sub>	g <sub>⊥</sub>
Cristaleras habitaciones		2.33	0.78
Doble acristalamiento Aislaglas "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", 4/6/4		3.30	0.77
Abreviaturas utilizadas			
U <sub>Vidrio</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m²K)		g <sub>⊥</sub> Factor solar
Marcos			
Material		U <sub>Marco</sub>	
Ventana practicable de madera de pino melis, de 60x120 cm		2.20	
Abreviaturas utilizadas			
U <sub>Marco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m²K)		

### 3.5.8 PUENTES TÉRMICOS

Puentes térmicos lineales		
Nombre	$\Psi$	$F_{Rsi}$
Fachada en esquina vertical saliente	0.08	0.81
Fachada en esquina vertical entrante	-0.15	0.89
Encuentro de fachada con cubierta	0.38	0.69
Forjado entre pisos	0.42	0.72
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	0.34	0.61
Ventana en fachada	0.00	0.00
Abreviaturas utilizadas		
$\Psi$ Transmitancia lineal (W/mK)	$F_{Rsi}$	Factor de temperatura de la superficie interior

### 3.6 CÁLCULO DE TRANSMITANCIAS

El cálculo de las transmitancias de cada cerramiento, fachada, huecos, particiones, forjado sanitario y entre pisos ha sido calculado por medio del software Cype.

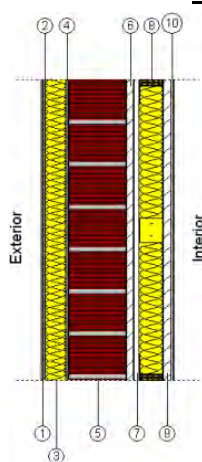
Con el fin de obtener unos datos reales y verídicos, se ha decidido calcular cada cerramiento individualmente y compararlo con los datos obtenidos del software Cype.

Una vez calculados cada uno, se ha comparado y llegado a la conclusión que es muy parecido.

#### 3.6.1 FACHADAS

##### Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)

**Listado de capas:**



1 - Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	0.3 cm
2 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
3 - Lana mineral ISOVER 'Arena'	4 cm
4 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm
5 - Ladrillo macizo cara vista	11.5 cm
6 - Enlucido de yeso	1.5 cm
7 - Cámara de aire	1 cm
8 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm
9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
10 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
<b>espesor total:</b>	<b>26.1 cm</b>

	R <sub>se</sub>	Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	Lana mineral ISOVER 'Arena'	Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	Ladrillo macizo cara vista
<b>e(cm)</b>		0,3	0,5	4	0,5	11,5
<b>e(m)</b>		0,003	0,005	0,04	0,005	0,115
<b>λ(W/mK)</b>		0,55	0,55	0,031	0,55	0,991
<b>R(m²K/W)</b>	0,04	0,005454545	0,009090909	1,290322581	0,009090909	0,1160444



	Enlucido de yeso	Cámara de aire	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	Rsi
<b>e(cm)</b>	1,5	1	4,8	1,5	0,5	
<b>e(m)</b>	0,015	0,01	0,048	0,015	0,005	
<b>λ(W/mK)</b>	0,57	0,075	0,031	0,25	1,3	
<b>R(m²K/W)</b>	0,026315789	0,013	1,548387097	0,06	0,003846	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

$$RT = 0,04 + 0,13 + (0,0054 + 0,00909 + 1,2903 + 0,0090 + 0,1160 + 0,026 + 0,13 + 1,5438 + 0,06 + 0,038) = 3,372$$

Finalmente la transmitancia es:

$$U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{3,238} = 0,297 \frac{W}{m^2K} = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.1 Fachadas”** con un valor de 0,30 W/m²K.

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado.

### Fachada con sistema ETICS WEBER.THERM ACUSTIC adherido con lana mineral ISOVER - PYL 63/600(48)

	Listado de capas:		
	1 - Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	0.3 cm	
	2 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm	
	3 - Lana mineral ISOVER 'Arena'	4 cm	
	4 - Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	0.5 cm	
	5 - Ladrillo macizo cara vista	11.5 cm	
	6 - Enlucido de yeso	1.5 cm	
	7 - Cámara de aire	1 cm	
	8 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.8 cm	
	9 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
	<b>Espesor total:</b>	<b>25.6 cm</b>	

	Rse	Mortero acrílico para sistema ETICS adherido 'weber.tene'	Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	Lana mineral ISOVER 'Arena'	Mortero de colocación y regularización para sistema ETICS adherido 'weber.therm base'	Ladrillo macizo cara vista
<b>e(cm)</b>		0,3	0,5	4	0,5	11,5
<b>e(m)</b>		0,003	0,005	0,04	0,005	0,115
<b>λ(W/mK)</b>		0,55	0,55	0,031	0,55	0,991
<b>R(m²K/W)</b>	0,04	0,005454545	0,009090909	1,290322581	0,009090909	0,1160444

	Enlucido de yeso	Cámara de aire	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	Rsi
<b>e(cm)</b>	1,5	1	4,8	1,5	
<b>e(m)</b>	0,015	0,01	0,048	0,015	
<b>λ(W/mK)</b>	0,57	0,075	0,031	0,25	
<b>R(m²K/W)</b>	0,026315789	0,133333333	1,548387097	0,06	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

$$RT = 0,04 + 0,13 + (0,054 + 0,00909 + 1,2903 + 0,0090 + 0,1160 + 0,026 + 0,133 + 1,5438 + 0,06) = 3,3682$$

Finalmente la transmitancia es:

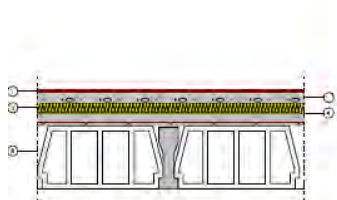
$$U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{3,368} = 0,297 \frac{W}{m^2K} = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.1 Fachadas”** con un valor de 0,30 W/m<sup>2</sup>K.

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado.

### 3.6.2 FORJADO SANITARIO

**Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo**



Listado de capas:

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado         | 1 cm   |
| 2 - Base de mortero autonivelante de cemento               | 4 cm   |
| 3 - Lana mineral   | 4 cm   |
| 4 - Mortero autonivelante de cemento                       | 0.2 cm |
| 5 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón) | 30 cm  |

Espesor total: 39.2 cm

	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	Base de mortero autonivelante de cemento	Lana mineral	Mortero autonivelante de cemento	Forjado unidireccional 25+5 (Bovedilla de hormigón)
<b>e(cm)</b>	1	4	4	0,2	30
<b>e(m)</b>	0,01	0,04	0,04	0,002	0,3
<b>λ(W/mK)</b>	2,3	1,3	0,035	1,3	1,43
<b>R(m²K/W)</b>	0,004347826	0,030769231	1,142857143	0,001538462	0,20979021

Los cálculos se realizan por medio de la siguiente tabla:

	R <sub>s</sub> (m²K/W)					
B'	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30

Tabla. 3-13 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $W/m^2 K$

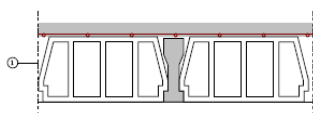
Calculando la resistencia del mismo modo anteriormente utilizado, obtenemos una resistencia de  $1,389 \text{ m}^2\text{K/W}$ ; y conociendo el parámetro  $B'=12,2$ . Se entra en la *tabla 16 Transmitancia térmica  $U_s$* . Se obtiene por interpolación una Transmitancia térmica  $U_s$ :

$$U_s = 0,48 \frac{W}{m^2 K} = 0,41 \frac{Kcal/h}{m^2 K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.2 Forjado Sanitario”** con un valor de  $0,48 \text{ W/m}^2$ .

Podemos comprobar que los resultados son idénticos por lo que el cálculo está bien realizado.

### Forjado sanitario



Listado de capas:

1 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón) 30 cm

Espesor total: 30 cm

	Forjado unidireccional 25+5 (Bovedilla de hormigón)
e(cm)	30
e(m)	0,3
$\lambda(\text{W/mK})$	1,43
$R(\text{m}^2\text{K/W})$	0,20979021

Calculando la resistencia del mismo modo anteriormente utilizado, obtenemos una resistencia de  $0,209 \text{ m}^2\text{K/W}$ ; y conociendo el parámetro  $B'=12,2$ . Se entra en la *tabla 17 Transmitancia térmica  $U_s$* . Se obtiene por interpolación una Transmitancia térmica  $U_s$ :

$$U_s = 1,17 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} = 1 \frac{\text{Kcal/h}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$B'$	$R, (\text{m}^2\text{K/W})$					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30

Tabla. 3-14 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $\text{W/m}^2\text{K}$

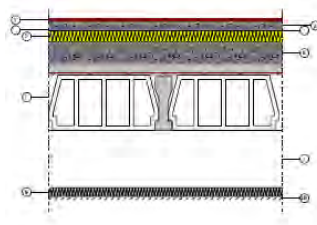
Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.2 Forjado Sanitario”** con un valor de  $1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado.

### 3.6.3 AZOTEAS

#### Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilería vista -

Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)

	Listado de capas:		
	1 -	Pavimento de gres rústico	1 cm
	2 -	Adhesivo cementoso	4 cm
	3 -	Geotextil de poliéster	0,08 cm
	4 -	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0,36 cm
	5 -	Lana mineral soldable	5 cm
	6 -	Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
	7 -	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
	8 -	Cámara de aire sin ventilar	26 cm
	9 -	Lana mineral	4 cm
	10 -	Falso techo registrable de placas de escayola	1,6 cm
Espesor total:			82,04 cm

Para las azoteas se realiza el cálculo de la transmitancia tanto para verano como para invierno.

#### En verano:

	R <sub>se</sub>	Pavimento de gres rústico	Adhesivo cementoso	Geotextil de poliéster	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	Lana mineral soldable
e(cm)		1	4	0,08	0,036	5
e(m)		0,01	0,04	0,0008	0,00036	0,05
λ(W/mK)		2,3	1,3	0,038	0,23	0,039
R(m²K/W)	0,04	0,004347826	0,030769231	0,021052632	0,001565217	1,282051282

	Formación de pendientes con arcilla expandida vertido en seco	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	Cámara de aire sin ventilar	Lana Mineral	Falso techo registrable de placas de escayola	R <sub>si</sub>
e(cm)	10	30	26	4	1,6	
e(m)	0,1	0,3	0,26	0,04	0,016	
λ(W/mK)	0,19	1,43	1,216	0,035	0,25	
R(m²K/W)	0,526315789	0,20979021	0,213815789	1,142857143	0,064	0,17

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

$$RT = 0,04 + 0,17 + (0,0043 + 0,03 + 0,021 + 0,0015 + 1,28 + 0,52 + 0,21 + 0,21 + 1,14 + 0,064) = 3,70 \Omega$$

Finalmente la transmitancia es:

$$U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{3,70} = 0,269 \frac{W}{m^2K} = 0,232 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.3 Azotea”** para el caso de refrigeración con un valor de 0,27 W/m<sup>2</sup>K.

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado

### En invierno:

	Rse	Pavimento de gres rústico	Adhesivo cementoso	Geotextil de poliéster	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	Lana mineral soldable
<b>e(cm)</b>		1	4	0,08	0,036	5
<b>e(m)</b>		0,01	0,04	0,0008	0,00036	0,05
<b>λ(W/mK)</b>		2,3	1,3	0,038	0,23	0,039
<b>R(m<sup>2</sup>K/W)</b>	0,04	0,004347826	0,030769231	0,021052632	0,001565217	1,282051282

	Formación de pendientes con arcilla expandida vertido en seco	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	Cámara de aire sin ventilar	Lana Mineral	Falso techo registrable de placas de escayola	Rsi
<b>e(cm)</b>	10	30	26	4	1,6	
<b>e(m)</b>	0,1	0,3	0,26	0,04	0,016	
<b>λ(W/mK)</b>	0,19	1,43	1,216	0,035	0,25	
<b>R(m<sup>2</sup>K/W)</b>	0,526315789	0,20979021	0,213815789	1,142857143	0,064	0,10

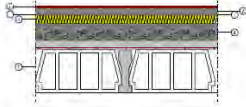
Del mismo modo operando se obtiene  $U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{3,63} = 0,276 \frac{W}{m^2K} = 0,236 \frac{kcal/h}{m^2K}$



Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado “**3.5.3 Azotea**” para el caso de calefacción con un valor de  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado

### Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)



Listado de capas:

1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
2 - Adhesivo cementoso	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0,08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0,36 cm
5 - Lana mineral soldable	5 cm
6 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>50,44 cm</b>

- En verano:

	R <sub>se</sub>	Pavimento de gres rústico	Adhesivo cementoso	Geotextil de poliéster	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida
<b>e(cm)</b>		1	4	0,08	0,036
<b>e(m)</b>		0,01	0,04	0,0008	0,00036
<b>λ(W/mK)</b>		2,3	1,3	0,038	0,23
<b>R(m²K/W)</b>	0,04	0,004347826	0,030769231	0,021052632	0,001565217

	Lana mineral soldable	Formación de pendientes con arcilla expandida vertido en seco	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	R <sub>si</sub>
<b>e(cm)</b>	5	10	30	
<b>e(m)</b>	0,05	0,1	0,3	
<b>λ(W/mK)</b>	0,039	0,19	1,43	
<b>R(m²K/W)</b>	1,282051282	0,526315789	0,20979021	0,17

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$R_T = R_{se} + R_{si} + \sum R$$

$$RT = 0,04 + 0,17 + (0,0043 + 0,03 + 0,021 + 0,0015 + 1,28 + 0,52 + 0,21) = 2,285\Omega$$

Finalmente la transmitancia es:

$$U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{2,285} = 0,437 \frac{W}{m^2K} = 0,376 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.3 Azotea”** para el caso de refrigeración con un valor de 0,43 W/m<sup>2</sup>K.

Podemos comprobar que los resultados son muy parecidos por lo que el cálculo está bien realizado

- En invierno:

	Rse	Pavimento de gres rústico	Adhesivo cementoso	Geotextil de poliéster	Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	Lana mineral soldable
<b>e(cm)</b>		1	4	0,08	0,036	5
<b>e(m)</b>		0,01	0,04	0,0008	0,00036	0,05
<b>λ(W/mK)</b>		2,3	1,3	0,038	0,23	0,039
<b>R(m<sup>2</sup>K/W)</b>	0,04	0,004347826	0,030769231	0,021052632	0,001565217	1,282051282


	Formación de pendientes con arcilla expandida vertido en seco	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	Rsi
<b>e(cm)</b>	10	30	
<b>e(m)</b>	0,1	0,3	
<b>λ(W/mK)</b>	0,19	1,43	
<b>R(m<sup>2</sup>K/W)</b>	0,526315789	0,20979021	0,10

Del mismo modo operando se obtiene:  $U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{2,215} = 0,45 \frac{W}{m^2K} = 0,388 \frac{kcal/h}{m^2K}$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.3 Azotea”** para el caso de refrigeración con un valor de 0,45 W/m<sup>2</sup>K. Podemos comprobar que los resultados son idénticos por lo que el cálculo está bien realizado

### 3.6.4 TEJADOS

#### Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera vista – tr (Forjado unidireccional)



Listado de capas:

1 - Pavimento de gres rústico	1 cm
2 - Adhesivo cementoso	4 cm
3 - Geotextil de poliéster	0,08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida	0,36 cm
5 - Lana mineral soldable	5 cm
6 - Formación de pendientes con arcilla expandida vertida en seco	10 cm
7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)	30 cm
Espesor total:	50,44 cm

- En verano:

	Rse	t	Cámara de aire	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)
e(cm)		10	10	30
e(m)		0,1	0,1	0,3
λ(W/mK)		0,5	0,769230769	1,43
R(m²K/W)	0,04	0,2	0,13	0,20979021

	Cámara de aire sin ventilar	Lana mineral	Falso techo registrable de placas de escayola	Rsi
e(cm)	26	4	1,6	
e(m)	0,26	0,04	0,016	
λ(W/mK)	1,216	0,035	0,25	
R(m²K/W)	0,213815789	1,142857143	0,064	0,17

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

$$RT = 0,04 + 0,17 + (0,2 + 0,13 + 0,21 + 1,14 + 0,064) = 2,17\Omega$$

Finalmente la transmitancia es:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2,17} = 0,46 \frac{W}{m^2K} = 0,396 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

- En invierno:

	Rse	t	Cámara de aire	Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla de hormigón)
e(cm)		10	10	30
e(m)		0,1	0,1	0,3
$\lambda$ (W/mK)		0,5	0,769230769	1,43
R(m²K/W)	0,04	0,2	0,13	0,20979021

	Cámara de aire sin ventilar	Lana mineral	Falso techo registrable de placas de escayola	Rsi
e(cm)	26	4	1,6	
e(m)	0,26	0,04	0,016	
$\lambda$ (W/mK)	1,216	0,035	0,25	
R(m²K/W)	0,213815789	1,142857143	0,064	0,10

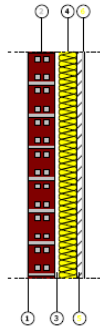
Del mismo modo operando se obtiene:  $U = \frac{1}{RT} = \frac{1}{2,13} = 0,47 \frac{W}{m^2K} = 0,40 \frac{kcal/h}{m^2K}$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado “**3.5.4 Tejados**” para el caso de refrigeración con un valor de 0,46 W/m²K y para calefacción de 0,47 W/m²K.

Podemos comprobar que los resultados son idénticos por lo que el cálculo está bien realizado

### 3.6.5 PARTICIONES VERTICALES

#### Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara



Listado de capas:

1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm
2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
3 - Separación	1 cm
4 - Plaser Arena	4.8 cm
5 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
6 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm

Espesor total: 15.3 cm

	Rsi	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	Fábrica de ladrillo cerámico hueco
e(cm)		0,5	7
e(m)		0,005	0,07
λ(W/mK)		1,3	0,438
R(m²K/W)	0,13	0,003846154	0,13

	Plaser Arena	Placa de yeso laminado	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	Rsi
e(cm)	4,8	1,5	0,5	
e(m)	0,048	0,015	0,005	
λ(W/mK)	0,034	0,25	1,3	
R(m²K/W)	1,411764706	0,06	0,003846154	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

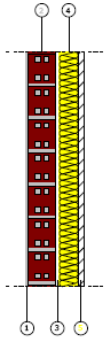
$$RT = 0,13 + 0,13 + (0,0038 + 0,13 + 1,41 + 0,06 + 0,0038) = 1,8694\Omega$$

La transmitancia es:

$U_p = \frac{1}{RT} = \frac{1}{1,869} = 0,535 \frac{W}{m^2K}$  y sabiendo que  $b=0,92$ . Se obtiene que  $U$  es:

$$U = U_p \times b = 0,535 \times 0,92 = 0,4921 \frac{W}{m^2K} = 0,423 \frac{kcal/h}{m^2K}$$

### Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara



Listado de capas:

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento | 0.5 cm |
| 2 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco                                 | 7 cm   |
| 3 - Separación   | 1 cm   |
| 4 - Plaster Arena  | 4.8 cm |
| 5 - Placa de yeso laminado   | 1.5 cm |

Espesor total: 14.8 cm

	Rse	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	Fábrica de ladrillo cerámico hueco
e(cm)		0,5	7
e(m)		0,005	0,07
λ(W/mK)		1,3	0,438
R(m²K/W)	0,13	0,003846154	0,13

	Plaster Arena	Placa de yeso laminado	Rsi
e(cm)	4,8	1,5	
e(m)	0,048	0,015	
λ(W/mK)	0,034	0,25	
R(m²K/W)	1,411764706	0,06	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

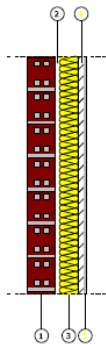
$$RT = 0,13 + 0,13 + (0,0038 + 0,13 + 1,41 + 0,06) = 1,865\Omega$$

La transmitancia es:

$$U_P = \frac{1}{RT} = \frac{1}{1,865} = 0,536 \frac{W}{m^2K} \text{ y sabiendo que } b=0,92. \text{ Se obtiene que } U \text{ es:}$$

$$U = U_P \times b = 0,535 \times 0,92 = 0,493 \frac{W}{m^2K} = 0,424 \frac{kcal}{m^2K}$$

### Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara



Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
2 - Separación	1 cm
3 - Plaver Arena	4.8 cm
4 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
5 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5 cm

Espesor total: 14.8 cm

	Rse	Fábrica de ladrillo cerámico hueco	Plaver Arena	Placa de yeso laminado	Rsi
e(cm)		7	4,8	1,5	
e(m)		0,07	0,048	0,015	
λ(W/mK)		0,438	0,034	0,25	
R(m²K/W)	0,13	0,13	1,411764706	0,06	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi \sum R$$

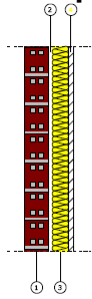
$$RT = 0,13 + 0,13 + (0,13 + 1,41 + 0,06) = 1,861\Omega$$

La transmitancia es:

$$U_P = \frac{1}{RT} = \frac{1}{1,861} = 0,537 \frac{W}{m^2K} \text{ y sabiendo que } b=0,92. \text{ Se obtiene que } U \text{ es:}$$

$$U = U_P \times b = 0,537 \times 0,92 = 0,494 \frac{W}{m^2K} = 0,425 \frac{kcal}{m^2K}$$



**Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara**

Listado de capas:

1 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
2 - Separación	1 cm
3 - Plaver Arena	4,8 cm
4 - Placa de yeso laminado	1,5 cm
Espesor total:	14,3 cm

	Rse	Fábrica de ladrillo cerámico hueco	Plaver Arena	Placa de yeso laminado	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	Rsi
<b>e(cm)</b>		7	4,8	1,5	0,5	
<b>e(m)</b>		0,07	0,048	0,015	0,005	
<b>λ(W/mK)</b>		0,438	0,034	0,25	1,3	
<b>R(m²K/W)</b>	0,13	0,13	1,411764706	0,06	0,003846154	0,13

La resistencia individual de cada capa se calcula:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

La resistencia total será la suma de las resistencias superficiales externas e internas y las resistencias individuales de cada capa:

$$RT = Rse + Rsi + \sum R$$

$$RT = 0,13 + 0,13 + (0,13 + 1,41 + 0,06 + 0,0038) = 1,865 \Omega$$

La transmitancia es:

$$U_P = \frac{1}{RT} = \frac{1}{1,865} = 0,536 \frac{W}{m^2 K} \text{ y sabiendo que } b=0,92. \text{ Se obtiene que } U \text{ es:}$$

$$U = U_P \times b = 0,537 \times 0,92 = 0,493 \frac{W}{m^2 K} = 0,424 \frac{kcal/h}{m^2 K}$$

Para comprobar si el resultado es verídico lo comparamos con el calculado por el software CYPE, donde el resultado viene representado en el apartado **“3.5.6 Particiones verticales”** con un valor en todas de 0,49 W/m²K. Podemos comprobar que los resultados son parecidos en todos los casos por lo que el cálculo está bien realizado

Para los **forjados entre pisos** se calculan de la misma manera, realizando los cálculos tanto para verano como para invierno.

## 4. CARGAS TÉRMICAS

## ÍNDICE CARGAS TÉRMICAS

<b>4. CARGAS TÉRMICAS.....</b>	<b>103</b>
<b>4.1 CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO .....</b>	<b>105</b>
<b>4.2 CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN.....</b>	<b>106</b>
4.2.1 CARGA TÉRMICA DE PAREDES Y FORJADOS EXTERIORES .....	106
4.2.2 CARGA TÉRMICA DE HUECOS EXTERIORES .....	107
4.2.3 CARGA TÉRMICA DE CERRAMIENTOS INTERIORES .....	108
4.2.4 CARGAS INTERNAS .....	108
<b>4.3 CÁLCULO CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>110</b>
4.3.1 HABITACIÓN 5 PLANTA BAJA.....	110
4.3.2 RECEPCIÓN .....	116
<b>4.4 HOJA DE CARGAS DE REFRIGERACIÓN.....</b>	<b>121</b>
<b>4.5 RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>122</b>
<b>4.6 RESULTADOS CARGA DE REFRIGERACIÓN TOTAL.....</b>	<b>125</b>
<b>4.7 CÁLCULOS DE CARGAS DE CALEFACCIÓN.....</b>	<b>126</b>
4.7.1 HABITACIÓN 5 PLANTA BAJA.....	126
4.7.2 RECEPCIÓN .....	130
<b>4.8 HOJA DE CARGAS DE CALEFACCIÓN.....</b>	<b>134</b>
<b>4.9 RESUMEN CARGAS CALEFACCION DE LOCALES.....</b>	<b>135</b>
<b>4.10 RESULTADOS CARGA DE CALEFACCIÓN TOTAL.....</b>	<b>138</b>
<b>4.11 CARGAS TOTALES DE REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN .....</b>	<b>139</b>

## 4.1 CARGAS TÉRMICAS DEL EDIFICIO

- **Carga térmica:** todo proceso que cambia la temperatura seca y la humedad relativa del aire de un recinto. Es el resultado de la suma de dos valores: la carga sensible y la carga latente.

- **Carga sensible:** la potencia térmica que produce un aumento de la temperatura seca del aire.

- Radiación solar a través de ventanas.
- Radiación y transmisión a través de paredes y techos exteriores.
- Transmisión a través de ventanas, suelo y paredes interiores.
- Ventilación.
- Iluminación, personas y equipos.

- **Carga latente:** la potencia térmica producida por la introducción de vapor de agua al ambiente.

- Ventilación
- Personas.

- **Las cargas interiores** son todas aquellas, en las que el foco emisor de calor esta en el interior de la zona a estudiar, dentro de estas se encuentra, la ocupación, iluminación, y aparatos eléctricos.

- **Las cargas exteriores** que se consideran son:

• **Radiación:** Debida a la incidencia de los rayos de sol a través de las superficies acristaladas, su valor dependerá de el tipo de cristal y de parámetros geográficos que marcaran las características de esos rayos de sol.

• **Transmisión:** Debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del edificio. En este caso, los muros, cubiertas y zonas acristaladas son las que conducen el calor de fuera a dentro del edificio.

• **Infiltración**

Tipos de carga	Factores	Potencia sensible	Potencia latente	Inercia térmica	Refrigeración	Calefacción
Exteriores	Ventanas y lucernarios exteriores	X		X	X	X
	Puertas exteriores	X			X	X
	Paredes exteriores	X		X	X	X
	Ventilación	X	X		X	X
	Infiltración	X	X			X
Interiores	Ventanas y lucernarios interiores	X			X	X
	Puertas interiores	X			X	X
	Paredes interiores	X		X	X	X
	Ocupación	X	X	X	X	
	Iluminación	X		X	X	
	Otras cargas	X	X		X	

Tabla. 4-1 Cargas exteriores e interiores

## 4.2 CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

Cuando se calcula la carga térmica de refrigeración, es necesario estimar el día y la hora más desfavorable considerando unas condiciones exteriores e interiores según se han definido previamente.

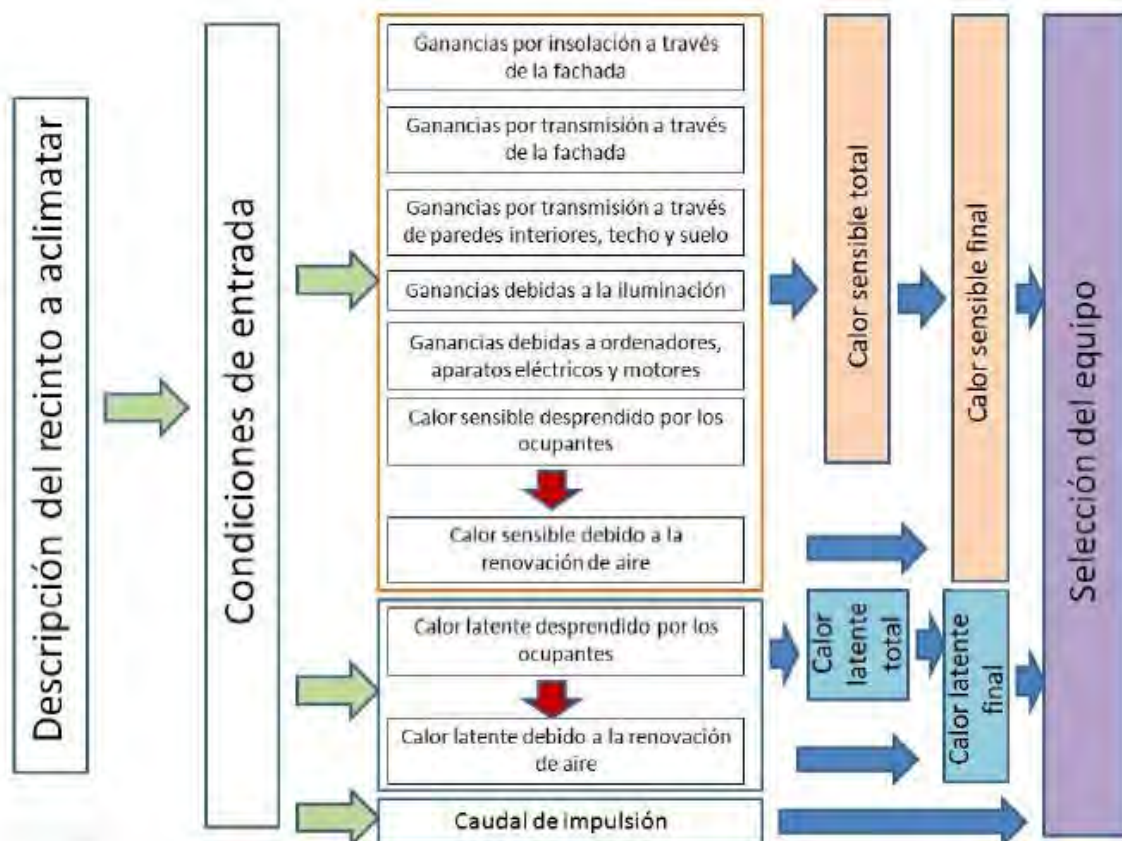


Gráfico 4-1. Cargas internas y externas de refrigeración

### 4.2.1 CARGA TÉRMICA DE PAREDES Y FORJADOS EXTERIORES

Depende de:

- **Temperatura del aire exterior.** Una temperatura del exterior más alta que la del interior hace que el calor fluya a través de las ventanas, tabiques y suelos.
- **Radiación solar sobre cerramientos opacos.** El calor penetra en la pared debido a la radiación solar, provocando un almacenamiento de calor en la pared y un retraso en la llegada de la demanda de calor en el interior, esto hace que la demanda real no coincida con la instantánea calculada a partir de las condiciones exteriores e interiores.

- **Presión del vapor de agua.** El vapor de agua pasa a través de la mayoría de los materiales utilizados en la construcción de paredes y forjados, y su flujo depende de la diferencia de su presión parcial a ambos lados de la pared y circula en el sentido de mayor a menor presión.

- **Viento que sopla contra una pared del edificio.** El viento hace que el aire exterior se infiltre a través de las rendijas de puertas y ventanas. Debido a que las condiciones de temperatura y humedad del aire exterior no coinciden con las del interior, esta infiltración se traduce en carga térmica que puede ser sensible y/o latente.

- **Transmisión.** Para calcular esta ganancia es necesario conocer el material constructivo que compone la fachada, que indicará el coeficiente global de transmisión y la orientación. Estos dos datos permiten conocer la diferencia equivalente de temperaturas a través de las tablas. También es necesario conocer el color de la fachada y los metros cuadrados de fachada sin ventanas.

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

Parámetros	
U	Transmitancia (kcal/h)/m <sup>2</sup> °C
A	Área (m <sup>2</sup> )
Teq	Temperatura equivalente
Ti	Temperatura interior

*Ecuación 4-1 Carga por transmisión*

## 4.2.2 CARGA TÉRMICA DE HUECOS EXTERIORES

Se definen como huecos exteriores las puertas y ventanas que están en contacto con el exterior. La carga térmica que recibe cada uno de estos elementos se clasifica en dos tipos: por medio de radiación solar recibida en cada instante del día y la transmisión de calor por diferencia de temperaturas

Las ganancias por insolación a través de las ventanas sólo generan calor sensible. Al calcular estas ganancias es necesario conocer la orientación de la fachada para encontrar cuales son las aportaciones solares a través del vidrio, esto genera una serie de valores dependiendo del mes de cálculo y de la hora solar. También es necesario conocer los metros cuadrados de ventana del recinto, el tipo de marco que tiene y el espesor y color de vidrio. Finalmente, se debe indicar si tiene cortina o no, y donde se encuentra ubicada. Además, influyen otros edificios o elementos que produzcan sombras.

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

Parámetros	
$Q_{\text{irradiación}}$	Ganancia por insolación a través de las ventanas de la fachada (kcal/h)
$I_{\text{or}}$	Aportación solar a través de vidrio sencillo en función de la orientación [W/ (m <sup>2</sup> de ventana)].
$f_c$	Factor corrector adimensional debido a la cortina. Siendo su valor 0,6
$f_s$	Factor corrector adimensional debido a la sombras. Siendo su valor 0,3
$f_v$	Factor corrector adimensional debido a la ventana. Siendo su valor 0,9
$f_p$	Factor corrector adimensional debido a las persianas de la ventana. Siendo su valor 0,9.
$A_{v,or}$	Metros cuadrados de ventana de la fachada [m <sup>2</sup> ].

*Ecuación 4-2. Cargas por irradiación*

### 4.2.3 CARGA TÉRMICA DE CERRAMIENTOS INTERIORES

Representan una importancia relativamente pequeña en el cálculo global de la carga térmica. El cálculo no precisa de la radiación, sino de la diferencia de temperatura a ambos lados del cerramiento.

Se consideran paredes interiores aquellas que no están en contacto directo con el ambiente y no reciben radiación solar directa, como las paredes divisorias de distintos recinto.

### 4.2.4 CARGAS INTERNAS

Las cargas interiores de un recinto son aquellas fuentes de calor generadas dentro del recinto. Para la definición de éstas deben tenerse en cuenta el horario y el porcentaje respecto del total de cada una ellas. Las cargas térmicas interiores para el cálculo de refrigeración son las siguientes:

- **Ocupación**

Las personas que ocupan un recinto, desde el punto de vista del cálculo, son fuentes de energía transmitida por conducción-convección y también por radiación, produciendo carga térmica sensible y latente. La potencia generada depende del tipo de actividad y de la temperatura del recinto, principalmente.

Una persona desprende dos formas distintas de calor:

- Sensible: Por el incremento de temperatura entre el cuerpo humano y el exterior, a humedad específica constante.
- Latente: consiste en aumentar la humedad absoluta del ambiente debido a los valores desprendidos por el cuerpo humano a temperatura constante.



- **Iluminación**

La potencia de las luminarias de un recinto incrementa la carga térmica en dicho recinto. Los elementos de iluminación convierten la energía eléctrica en calor y en luz.

- **Otras cargas**

Permite definir a todo elemento que produzca potencia térmica, que no sean personas ni iluminación

- **Ventilación**

La ventilación en un recinto es fundamental en la mayoría de casos por razones de salubridad. Este hecho repercute en la carga térmica. Además, las legislaciones nacionales exigen un caudal determinado según el tipo de actividad que se lleve a cabo en el recinto.

- **Porcentajes de seguridad**

Una vez realizado el cálculo de la obra, debe considerarse la carga térmica producida por la propia instalación de climatización, se añade un porcentaje de seguridad del 10%.

### 4.3 CÁLCULO CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

A continuación se explica el desarrollo que se ha llevado a cabo para realizar el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración de dos locales tipos:

- Habitación 5 de la planta Baja
- Recepción

El resto de los cálculos de las cargas térmicas se encuentran en el apartado de **Anexos “1. Cálculo cargas térmicas de refrigeración”**.

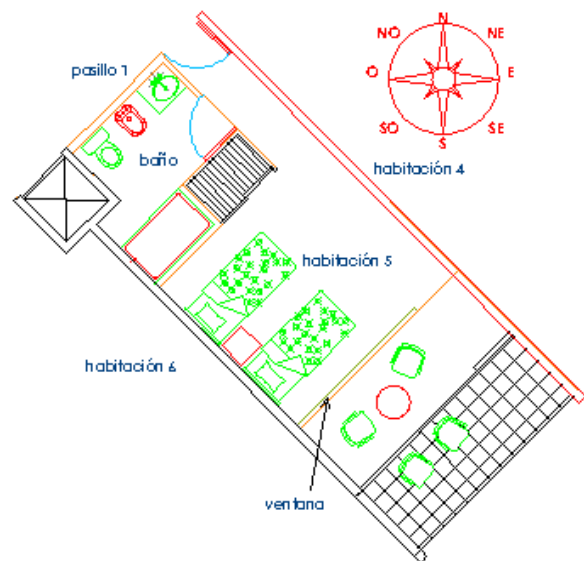
#### 4.3.1 HABITACIÓN 5 PLANTA BAJA

Como Condiciones internas tenemos:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Las Condiciones externas son:

- Temperatura externa: 34,2°C
- Temperatura húmeda exterior: 21,7°C



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

Primero vas a realizar el cálculo de las cargas térmicas de transmisión de los muros, ventanas, puertas y cerramientos interiores.

Hay que tener en cuenta la transmitancia de cada cerramiento (U), ya calculada anteriormente, el área de la superficie de cerramiento (A), la temperatura interna (Ti) y finalmente la temperatura equivalente (T<sub>eq</sub>)

La temperatura equivalente se ha calculado por medio del programa Cype, la cuál es diferente para cada elemento.

A continuación, se lleva a cabo el cálculo de las cargas térmicas para cada elemento.

### - Fachada SE

Se calcula la carga térmica de la fachada de la habitación, se observa que está orientada al SE. Multiplicando la transmitancia del muro, el área de la fachada y la diferencia de temperaturas equivalentes e interior, se obtiene la carga térmica de la fachada debido a la transmisión.

La Temperatura equivalente depende del tipo de muro, de su peso ( $\text{Kg/m}^2$ ) y el coeficiente global de transmisión de calor. Por medio de unas tablas que recogen los valores en función de la orientación, hora y peso del muro, junto con los datos de corrección se obtiene la temperatura equivalente.

Con el fin de simplificar, se han utilizado los datos proporcionado por el software Cype.

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 8,6\text{m}^2 \times (28,4 - 24) = 9,65 \text{ kcal/h}$$

### - Ventana SE

Existe una ventana con una superficie acristalada de  $3,1 \text{ m}^2$ . También con una orientación SE. Teniendo en cuenta estos parámetros y las temperaturas, con el coeficiente de transmitancia global se obtiene la carga térmica de refrigeración por transmisión.

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 3,1\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 63,55 \text{ kcal/h}$$

### - Puerta

Se observa que hay una puerta que comunica con el pasillo, con unas dimensiones de la puerta de  $1,48\text{m}^2$  y teniendo en cuenta su coeficiente de transmitancia así como la diferencia de temperaturas entre el pasillo y el cuarto de la habitación se calcula la carga térmica por medio de:

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,48\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 12,98 \text{ kcal/h}$$

### - Cerramiento interior

Parte del cerramiento interior que está en contacto con otros locales, en este caso, otras dos habitaciones y pasillo. Las habitaciones poseen las mismas condiciones interiores de temperaturas por lo que no existe transferencia por transmisión. Sin embargo la temperatura del pasillo es diferente a la de las habitaciones por lo que se produce una transferencia de carga entre la pared que separa los dos locales.

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,22\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 32,60 \text{ kcal/h}$$

**TOTAL TRANSMISIÓN:**

El total de cargas térmicas debido a la transmisión se obtiene por medio del sumatorio de las cargas térmicas de transmisión de cada elemento constructivo que se ha calculado anteriormente.

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTO} = 118,78 \text{ kcal/h}$$

**2. VENTILACIÓN****- Sensible**

La carga sensible transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.sensible}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.sensible}$	Carga sensible de ventilación
$V$	Caudal de aire ( $m^3/s$ );
$\rho$	Densidad del aire ( $kg/m^3$ )
$C_{pa}$	Calor específico del aire ( $J/kg \text{ K}$ )
$(T_e - T_i)$	Diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior

*Ecuación 4-3. Carga sensible de ventilación*

$$Q_{v.sensible} = 0,031 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg \text{ K}} \times (34,2 - 24) = 379,44W = 326,31kcal/h$$

**- Latente**

La carga latente transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.latente}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.latente}$	Carga latente de ventilación debido a las infiltraciones
$V$	Caudal de aire ( $m^3/s$ );
$\rho$	Densidad del aire ( $kg/m^3$ )
$h_{fg}$	Calor específico del agua ( $kJ/kg$ )
$(w_i - w_e)$	Diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior

*Ecuación 4-4. Carga latente de ventilación*

$$Q_{latente} = 0,031 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 155,32W = 133,58kcal/h$$

**- Total**  $Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 459,89 kcal/h$

### 3. INFILTRACIÓN

La carga sensible y latente transmitida por infiltración de aire exterior se determina muy parecido al debido a ventilación, a diferencia que el caudal de aire infiltrado se refiere al caudal de aire que se infiltra por la puerta y las ventanas, con unos valores de:

$$Caudal de aire inflitrado puerta = \frac{2,5 l}{3600 s}$$

$$Caudal de aire inflitrado ventana = \frac{1,8 l}{3600 s}$$

**- Sensible**  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_e - T_i)$

Puerta:

$$Q_{inf.sensible} = 2,5/3600 l/s \times 1,48 m^2 \times 1,2 kg/m^3 \times 1000 J/(kg K) \times (34,2 - 24) = 6,29W = 5,40kcal/h$$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 l}{3600 s} \times 3,1 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 18,97W = 16,31kcal/h$$

**- Latente**  $Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$

Puerta:

$$Q_{inf.latente} = \frac{2,5 l}{3600 s} \times 1,48 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 5,15W = 4,42 kcal/h$$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8 l}{3600 s} \times 3,1 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 7,76W = 6,67 kcal/h$$

**- Total**  $Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 32,83 kcal/h$

#### 4. IRRADIACIÓN

Se debe a la incidencia de los rayos del sol a través de los acristalamientos. Su valor varía en función de la orientación, la hora solar y el día del año.

Se calcula según la siguiente fórmula, teniendo en cuenta la superficie de 3,1 m<sup>2</sup> orientada hacia SE con una irradiación de 430(kcal/h)/m<sup>2</sup>. Además se han supuesto unos factores de corrección de clase debidos a la cortina ( $f_c$ ), ventanas ( $f_v$ ), persianas ( $f_p$ ) y sombras ( $f_s$ ).

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación} = 430 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 3,1 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 194,35 \text{ kcal/h}$$

#### 5. OCUPACIÓN

Dependiendo del número de ocupantes máximo que el local a climatizar vaya a tener, en este caso las habitaciones son para 2 personas, obtendremos un valor de carga sensible y latente. La carga sensible y latente por persona depende de la actividad que está realizando, en este caso la actividad es “en reposo”.

##### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} = 2 \times 29,26 = 58,52 \text{ kcal/h}$$

##### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} = 2 \times 29,97 = 59,94 \text{ kcal/h}$$

#### 6. ILUMINACIÓN

La expresión empleada para el cálculo es la siguiente:

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 23,6 \text{ m}^2 \times 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 155,22 \text{ kcal/h}$$

#### 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 0,03 \times Q_{sensible} = 26,15 \text{ kcal/h}$$

**8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%**

Se ha aplicado un coeficiente de seguridad de un 10%.

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 1102,7 = 110,27 \text{ kcal/h}$$

**CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN**

Se calcularán dos valores de carga: la carga sensible, resultado de sumar la carga de transmisión, radiación, iluminación, equipos y carga sensible de ocupación; y por otro lado la carga latente, cuya única componente es la debida a la ocupación.

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 1211,5 \text{ kcal/h}$$



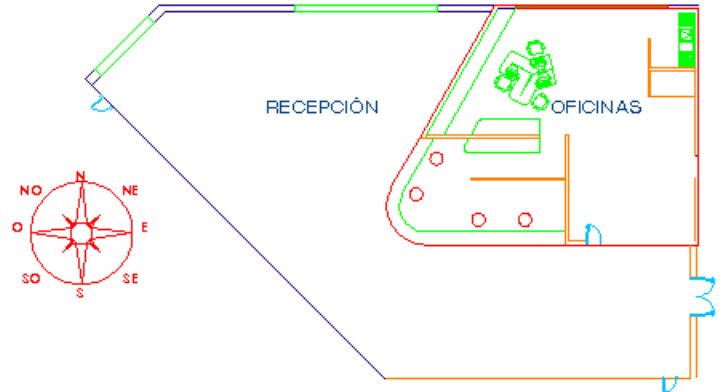
### 4.3.2 RECEPCIÓN

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo del apartado anterior referido al cálculo de Cargas térmicas en la habitación 5, se va a realizar el cálculo de las cargas térmicas de transmisión de los muros, ventanas, puertas y cerramientos interiores.

Se calcula las cargas térmicas de las fachadas del local, se observa que hay varias con diferentes orientaciones. El procedimiento es idéntico al anterior.

##### - Fachada SO

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 7m^2 \times (28,7 - 24) = 8,39 kcal/h$$

##### - Fachada NO

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 6,7m^2 \times (29,4 - 24) = 9,22 kcal/h$$

##### - Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 19,8m^2 \times (28,6 - 24) = 23,22 kcal/h$$

Existe un ventanal acristalado con una superficie de 15,2 m<sup>2</sup> en la fachada norte y otro de 5,7 m<sup>2</sup> en la NO. Teniendo en cuenta estos parámetros y las temperaturas, con el coeficiente de transmitancia global se obtiene la carga térmica de refrigeración por transmisión para cada una de ellas.

- Ventana N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 2,01 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 15,2 m^2 \times (34,2 - 24) = 311,63 kcal/h$$

- Ventana NO

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 2,01 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 5,3 m^2 \times (34,2 - 24) = 108,66 kcal/h$$

- Cubierta

Las oficinas no poseen ningún piso por encima, por lo que hay una cubierta. El procedimiento es similar al de los muros exteriores.

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,24 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 138 m^2 \times (36,4 - 24) = 393,57 kcal/h$$

El cálculo de puertas interiores y exteriores y cerramientos se realizan de la misma manera, teniendo en cuenta las temperaturas interiores y exteriores, las áreas y las transmitancias.

- Puerta exterior N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 6,1 m^2 \times (36,2 - 24) = 128 kcal/h$$

- Puertas exterior SO

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 6,1 m^2 \times (35,9 - 24) = 124,85 kcal/h$$

- Cerramiento interior

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,422 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 81,54 m^2 \times (29,1 - 24) = 174,65 kcal/h$$

- Forjado

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,29 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 56,5 m^2 \times (29,1 - 24) = 80,68 kcal/h$$

- Puertas interiores

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 8,4 m^2 \times (29,1 - 24) = 73,68 kcal/h$$

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 2,96 m^2 \times (29,1 - 24) = 25,96 kcal/h$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

El total de cargas térmicas debido a la transmisión se obtiene por medio del sumatorio de las cargas térmicas de transmisión de cada elemento constructivo que se ha calculado anteriormente

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{PUERTAS} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 1454,16 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

### - Sensible

La carga sensible transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.sensible}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.sensible}$	Carga sensible de ventilación
$V$	caudal de aire ( $m^3/s$ );
$\rho$	densidad del aire ( $kg/m^3$ )
$C_{pa}$	calor específico del aire ( $J/kg K$ )
$(T_e - T_i)$	diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior

$$Q_{sensible} = 0,28 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 3433,32W = 2952,65kcal/h$$

### - Latente

La carga latente transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.latente}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.latente}$	Carga latente de ventilación debido a las infiltraciones
$V$	caudal de aire ( $m^3/s$ );
$\rho$	densidad del aire ( $kg/m^3$ )
$h_{fg}$	calor específico del agua ( $kJ/kg$ )
$(w_i - w_e)$	diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior

$$Q_{latente} = 0,28 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 1405,45W = 1208,69 \text{ kcal/h}$$

### - Total

$$Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 4161,34 \text{ kcal/h}$$

Es la suma de carga sensible y latente debido a la ventilación.

### 3. INFILTRACIÓN

La carga sensible y latente transmitida por infiltración de aire exterior se determina muy parecido al debido a ventilación, a diferencia que el caudal de aire infiltrado se refiere al caudal de aire que se infiltra por la puerta y las ventanas, con unos valores de:

$$\text{Caudal de aire infiltrado puerta} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

$$\text{Caudal de aire infiltrado ventana} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

**- Sensible** 
$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_{eq} - T_i)$$

Puertas:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 12,2 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (34,2 - 24) = 51,85 \text{ W} = 44,59 \text{ kcal/h}$$

Ventanas:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 20,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (34,2 - 24) = 125,46 \text{ W} = 107,89 \text{ kcal/h}$$

**- Latente** 
$$Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$$

Ventanas:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 12,2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 51,35 \text{ W} = 44,16 \text{ kcal/h}$$

Puertas:

$$Q_{inf.latente} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 20,5 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 42,45 \text{ W} = 36,50 \text{ kcal/h}$$

**- Total** 
$$Q_{infiltracióntotal} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 80,67 \text{ kcal/h}$$

### 4. IRRADIACIÓN

Se debe a la incidencia de los rayos del sol a través de los acristalamientos. Su valor varía en función de la orientación, la hora solar y el día del año.

Se calcula según la siguiente formula, teniendo en cuenta las superficies de acristalamiento y sus respectivas orientaciones. Además se han supuesto unos factores de corrección de clase debidos a la cortina ( $f_c$ ), ventanas ( $f_v$ ), persianas ( $f_p$ ) y sombras ( $f_s$ ).

$$Q_{\text{irradiación}} = \sum I_{\text{or}} \times A_{\text{v.or}} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{\text{irradiación norte}} = 172 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 15,2 \text{m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 381,17 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{irradiación nooeste}} = 190,20 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 5,3 \text{m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 146,97 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{irradiación total}} = Q_{\text{irradiación norte}} + Q_{\text{irradiación noroeste}} = 528,15 \text{ kcal/h}$$

## 5. OCUPACIÓN

Dependiendo del número de ocupantes máximo que el local a climatizar vaya a tener, en este caso las habitaciones son para 2 personas, obtendremos un valor de carga sensible y latente. La carga sensible y latente por persona depende de la actividad que está realizando, en este caso la actividad es “en reposo”. Además se ha supuesto un factor de ocupación de un 75%.

### - Sensible

$$Q_{\text{ocup.sensible}} = N_{\text{personas}} \times q_{\text{sen}} \times f_{\text{ocupacion}} = 23 \times 56,67 \times 0,75 = 977,55 \text{ kcal/h}$$

### - Latente

$$Q_{\text{ocup.latente}} = N_{\text{personas}} \times q_{\text{lat}} \times f_{\text{ocupacion}} = 2 \times 51,95 \times 0,75 = 896,13 \text{ kcal/h}$$

## 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{\text{ILUMINACION}} = A \times I_l = 202 \text{m}^2 \times 24 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 5211,6 \text{ kcal/h}$$

## 7. EQUIPOS

$$Q_{\text{EQUIPOS}} = 0,03 \times Q_{\text{sensible}} = 335,3 \text{ kcal/h}$$

## 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{\text{seguridad}} = 0,1 \times 13697 = 1369,7 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{\text{REFRIGERACIÓN}} = 15067,2 \text{ kcal/h}$$

## 4.4 HOJA DE CARGAS DE REFRIGERACIÓN

Una vez calculadas las cargas de cada local, se deben mostrar de manera clara y sencilla. Para ello se realiza el siguiente modelo de Hoja de Refrigeración:

HABITACIÓN 5 PLANTA BAJA						
Recinto						
HABITACIÓN 5 (Habitaciones de hotel)						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 34.2 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 21.7 °C			
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio					C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Teq. (°C)		
Fachada	SE	8.6	0.25	28.4		9.64
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	SE	3.1	2.01			63.55
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Teq. (°C)			
Pared interior	15.21	0.42	29.1			32.60
Puerta	1.48	1.72	29.1			12.98
Total estructural						118.78
Ocupantes						
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)			
Sentado o en reposo	2	29.97	29.26		59.94	58.52
Iluminación						
Tipo						
Fluorescente con reactancia						150.93
Equipos 3%						26.11
Radiación SE						
Ganancia (kcal/(h·m²))		Factor corrección				
430		0.1458				194.35
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
111.6					144.68	348.08
Potencia térmica de ventilación total						492.73
Potencia térmica					204.62	896.75
Coef. seguridad						110.13
SUPERFICIE 23.4 m²					POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1211.52 kcal/h	

## 4.5 RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

PLANTA BAJA														
Habit.	Subtotales			Ocupación			Ventilación				Equipos	Pot. Sensible	Pot. Lat	Pot. Total
	Estruct.	Illum.	Radic.	Sens.	Lat.	Total	Caudal	Sens.	Lat.	Carga total	3% Qsens.			
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(m³/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)
1	160,2	152,9	206,9	58,5	59,9	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	27,8	1050,9	225,6	1276,5
2	120,6	152,9	200,6	58,5	59,9	118,5	111,6	348,6	144,9	493,5	26,4	998,4	225,3	1223,7
3	122,7	152,2	206,9	58,5	59,9	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	26,7	1007,7	225,6	1233,3
4	123,0	150,9	206,9	58,5	59,9	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	26,7	1006,6	225,6	1232,2
5	118,8	150,9	194,4	58,5	59,9	118,5	111,6	348,1	144,7	492,8	26,1	986,5	225,1	1211,6
6	122,6	150,3	206,9	58,5	59,9	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	26,6	1005,4	225,6	1230,9
7	118,8	150,9	194,4	58,5	59,9	118,5	111,6	349,1	144,7	493,8	26,2	987,6	225,1	1212,7
8	118,8	149,0	194,4	58,5	59,9	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	26,1	984,2	225,1	1209,3
9	114,9	149,6	181,8	58,5	59,9	118,5	111,6	347,0	144,3	491,3	25,6	965,2	224,6	1189,8
10	149,4	156,1	188,1	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,0	1019,2	224,9	1244,1
11	146,5	149,0	211,9	58,5	59,9	118,5	111,6	345,4	143,6	489,0	27,3	1032,5	223,9	1256,4
12	116,7	149,0	244,5	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,5	1038,1	224,9	1263,0
13	118,8	148,4	252,7	58,5	59,9	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	27,8	1049,6	225,1	1274,7
14	116,7	148,4	244,5	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,5	1037,4	224,9	1262,3
15	116,9	149,0	244,5	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,5	1038,3	224,9	1263,1
16	116,9	148,4	244,5	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,5	1037,5	224,9	1262,4
17	109,0	148,4	211,9	58,5	59,9	118,5	111,6	345,4	143,6	489,0	26,2	989,3	223,9	1213,2
18	118,8	148,4	252,7	58,5	59,9	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	27,8	1049,6	225,1	1274,7
19	116,9	149,0	244,5	58,5	59,9	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	27,5	1038,3	224,9	1263,1
20	151,2	155,5	252,7	58,5	59,9	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	29,0	1094,4	225,1	1319,4
TOTAL	5506,9	7394,4	5555,9	2369,2	3568,0	4601,2	9189,2	9849,0	12740,9	10389,6	20957,3	24916,3	29416,0	24916,3



PLANTA BAJA														
Recinto	Subtotales			Ocupación			Ventilación				Equipos	Pot. Sens.	Pot. Lat.	Pot. Total
	Estruct.	Illum.	Radic.	Sens.	Lat.	Total	Caudal	Sens.	Lat.	Carga total	3% Qsens.			
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(m³/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)
Oficina	320,6	888,0	72,7	226,7	207,8	434,5	180,0	541,6	221,7	763,3	811,8	3147,5	472,5	3620,0
Restaurante	778,0	2104,3	288,4	4041,8	2247,8	6289,5	5874,4	17237,3	7056,2	24293,5	733,5	27701,6	10234,4	37935,9
Recepción	1454,2	5211,6	528,2	977,6	896,1	1873,7	1009,8	3005,1	1289,4	4294,5	335,3	12663,1	2404,1	15067,2
Gimnasio	647,8	1464,7	434,5	979,1	1920,4	2899,5	889,8	3937,6	2531,6	6469,2	749,9	9034,9	4897,2	13932,1
Cocina	217,5	553,4	55,2	420,7	433,6	854,3	1200,0	4098,3	1995,1	6093,4	2893,6	9062,5	2671,6	11734,1
Vest. masc. gim	70,3	132,2	89,7	219,5	224,8	444,2	270,0	795,3	325,6	1120,8	39,2	1480,7	605,4	2086,0
Vest. fem. gim	159,7	164,5	220,7	219,5	224,8	444,2	270,0	806,3	330,1	1136,4	47,1	1779,5	610,3	2389,8
Aseos restaurante	102,5	258,1	0,0	175,6	179,8	355,4	540,0	1579,0	646,4	2225,3	63,5	2396,5	908,8	3305,3
<b>TOTAL</b>	<b>3750,5</b>	<b>10776,8</b>	<b>1689,2</b>	<b>7260,3</b>	<b>6335,0</b>	<b>13595,3</b>	<b>10234,0</b>	<b>32000,4</b>	<b>14396,0</b>	<b>46396,4</b>	<b>5673,9</b>	<b>67266,1</b>	<b>22804,1</b>	<b>90070,3</b>

PLANTA PRIMERA														
Habit.	Subtotales			Ocupación			Ventilación				Equipos	Pot. Sens.	Pot. Lat	Pot. Total
	Estruct.	Illum.	Radic.	Sens.	Lat.	Total	Caudal	Sens.	Lat.	Carga total	3% Qsens			
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(m³/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)
1	227,74	152,87	206,89	58,52	59,94	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	29,9	1127,5	225,6	1353,0
2	188,21	152,87	200,62	58,52	59,94	118,5	111,6	348,6	144,9	493,5	28,5	1075,0	225,3	1300,3
3	189,97	152,22	206,89	58,52	59,94	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	28,7	1083,9	225,6	1309,5
4	190,31	152,22	206,89	58,52	59,94	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	28,7	1084,3	225,6	1309,9
5	186,4	152,87	194,35	58,52	59,94	118,5	111,6	348,1	144,7	492,8	28,2	1065,3	225,1	1290,4
6	189	150,29	206,89	58,52	59,94	118,5	111,6	349,1	145,1	494,2	28,6	1080,6	225,6	1306,2
7	185,53	150,93	194,35	58,52	59,94	118,5	111,6	349,1	144,7	493,8	28,2	1063,2	225,1	1288,3
8	184,67	149	194,35	58,52	59,94	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	28,0	1058,9	225,1	1284,0
9	181,08	149,64	181,81	58,52	59,94	118,5	111,6	347,0	144,3	491,3	27,5	1040,2	224,6	1264,8
10	218,41	156,09	188,08	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,1	1097,4	224,9	1322,3
11	212,35	149	211,91	58,52	59,94	118,5	111,6	345,4	143,6	489,0	29,3	1107,2	223,9	1331,1
12	182,34	148,35	244,51	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,4	1111,7	224,9	1336,6
13	184,39	148,35	252,66	58,52	59,94	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	29,8	1123,9	225,1	1349,0
14	182,34	148,35	244,51	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,4	1111,7	224,9	1336,6
15	182,73	149	244,51	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,5	1112,9	224,9	1337,8
16	182,45	148,35	244,51	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,4	1111,9	224,9	1336,7
17	174,58	148,35	211,91	58,52	59,94	118,5	111,6	345,4	143,6	489,0	28,2	1063,6	223,9	1287,5
18	184,39	148,35	252,66	58,52	59,94	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	29,8	1123,9	225,1	1349,0
19	182,73	149	244,51	58,52	59,94	118,5	111,6	347,5	144,5	492,0	29,5	1112,9	224,9	1337,8
20	219,95	155,45	252,66	58,52	59,94	118,5	111,6	348,0	144,7	492,7	31,0	1172,2	225,1	1397,3
TOTAL	3829,6	3011,6	4385,5	1170,4	1198,8	2369,2	2232,0	6957,2	2891,8	9849,0	580,6	21928,3	4499,7	26428,0

## 4.6 RESULTADOS CARGA DE REFRIGERACIÓN TOTAL

Dando los siguientes resultados:

		Potencia térmica		
		Sensible (kcal/h)	Latente (kcal/h)	Total (kcal/h)
Planta Baja	Locales	67266,1	22804,1	90070,3
	Habitaciones	24916,3	29416,0	24916,3
	TOTAL	92182,5	52220,1	114986,6
Planta Primera	Habitaciones	21928,3	4499,7	26428,0
TOTAL	EDIFICIO	114110,8	56719,8	141414,6

## 4.7 CÁLCULOS DE CARGAS DE CALEFACCIÓN

De la misma manera que se calculo anteriormente las cargas de refrigeración, a continuación se explican el desarrollo que se ha llevado a cabo para realizar el cálculo de las cargas térmicas de calefacción de dos locales tipos del ejemplo anterior.

- Habitación 5 de la planta Baja
- Recepción

El resto de los cálculos de las cargas térmicas se encuentran en el apartado de **Anexos “9.2. Cálculo cargas térmicas de calefacción”**.

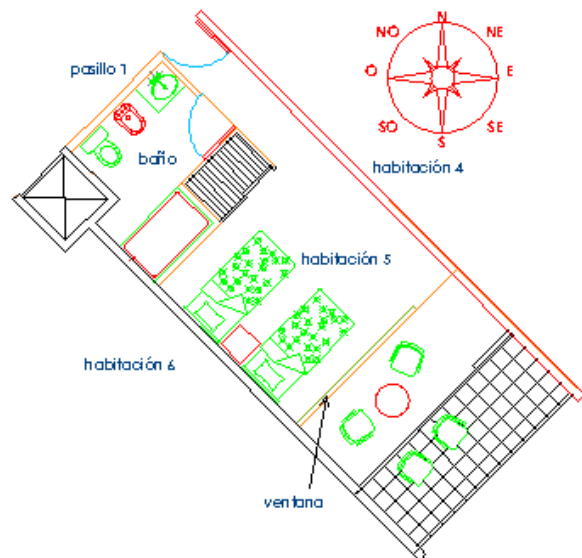
### 4.7.1 HABITACIÓN 5 PLANTA BAJA

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9%
- Humedad relativa exterior: 90%



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

Primero vas a realizar el cálculo de las cargas térmicas de transmisión de los muros, ventanas, puertas y cerramientos interiores.

Hay que tener en cuenta la transmitancia de cada cerramiento (U), ya calculada anteriormente, el área de la superficie de cerramiento (A), la temperatura interna (Ti) y finalmente la temperatura exterior

A continuación, se lleva a cabo el cálculo de las cargas térmicas para cada elemento.

### - Fachada SE

Se calcula la carga térmica de la fachada de la habitación, se observa que está orientada al SE. Multiplicando la transmitancia del muro, el área de la fachada y la diferencia de temperaturas, se obtiene la carga térmica de la fachada debido a la transmisión

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 8,6\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 39,69 \text{ kcal/h}$$

### - Ventana SE

Existe una ventana con una superficie acristalada de 3,1 m<sup>2</sup>. También con una orientación SE. Teniendo en cuenta estos parámetros y las temperaturas, con el coeficiente de transmitancia global se obtiene la carga térmica de calefacción por transmisión.

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 3,1\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 112,78 \text{ kcal/h}$$

### - Suelo

A diferencia con la refrigeración, se tiene en cuenta la carga térmica por transmisión del suelo debido a que es una pérdida de calor desde el interior del edificio al suelo.

Teniendo en cuenta la superficie en contacto con el terreno y la diferencia de temperaturas, con el coeficiente de transmitancia del suelo se obtiene la carga térmica de calefacción por transmisión. La temperatura del suelo es de 6,86°C.

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 23,4\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 135,65 \text{ kcal/h}$$

### - Puerta

Existe una puerta que comunica con el pasillo, con unas dimensiones de la puerta de 1,48m<sup>2</sup> y teniendo en cuenta su coeficiente de transmitancia así como la diferencia de temperaturas entre el pasillo y el cuarto de la habitación se calcula la carga térmica por medio de:

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,48\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 23,03 \text{ kcal/h}$$

### - Cerramiento interior

Parte del cerramiento interior que está en contacto con otros locales, en este caso, otras dos habitaciones y pasillo. Las habitaciones poseen las mismas condiciones interiores de temperaturas por lo que no existe transferencia por transmisión. Sin embargo la temperatura del pasillo es diferente a la de las habitaciones por lo que se produce una transferencia de carga entre la pared que separa los dos locales.

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,22\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 58,12 \text{ kcal/h}$$

### TOTAL TRANSMISIÓN:

El total de cargas térmicas debido a la transmisión se obtiene por medio del sumatorio de las cargas térmicas de transmisión de cada elemento constructivo que se ha calculado anteriormente

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTO} = 369,29 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

### - Sensible

La carga sensible transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.sensible}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.sensibl} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.sensible}$	Carga sensible de ventilación
$V$	Caudal de aire ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
$\rho$	Densidad del aire ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$Cpa$	Calor específico del aire ( $\text{J}/\text{kg K}$ )
$(T_i - T_e)$	Diferencia de temperaturas entre el ambiente interior y exterior

$$Q_{sensible} = 0,031 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 347,52\text{W} = 579,05\text{kcal/h}$$

## 3. INFILTRACIÓN

La carga sensible transmitida por infiltración de aire exterior se determina muy parecido al debido a ventilación, a diferencia que el caudal de aire infiltrado se refiere al caudal de aire que se infiltra por la puerta y las ventanas, con unos valores de:

$$\text{Caudal de aire inflitrado puerta} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

$$\text{Caudal de aire inflitrado ventana} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

**- Sensible**

$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_e)$$

Puerta:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{2,5}{3600} \frac{l}{s} \times 1,48 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 9,86 W = 8,48 kcal/h$$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 3,1 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 33,66 W \\ = 28,95 kcal/h$$

**- Total**

$$Q_{infiltración total} = 37,43 kcal/h$$

**4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO**

Es posible un error en los cálculos para evitarlo se deben aplicar unos coeficientes de seguridad que eviten esta posibilidad. Se aplican suplementos por:

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 18,46 kcal/h$$

- Orientación

Este suplemento corrige la temperatura exterior según la orientación del recinto, pues no es la misma temperatura exterior en una fachada con orientación norte, o sur.

Para una orientación sureste se utiliza un 5%:

$$Q_{orientación SE} = 0,05 \times Q_t = 18,46 kcal/h$$

**CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:**

Es la suma de todas las cargas térmicas calculadas anteriormente.

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 1022,72 kcal/h$$



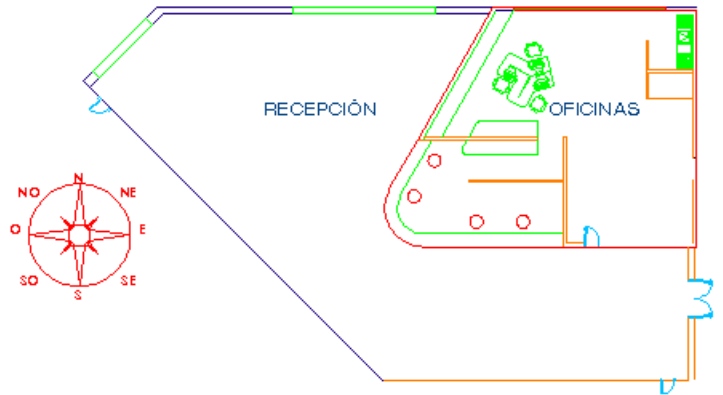
## 4.7.2 RECEPCIÓN

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9°C
- Humedad relativa exterior: 90%



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo del apartado anterior referido al cálculo de Cargas térmicas en la habitación 5, se va a realizar el cálculo de las cargas térmicas de transmisión de los muros, ventanas, puertas y cerramientos interiores.

Se calcula las cargas térmicas de las fachadas del local, se observa que hay varios muros con diferentes orientaciones.

En este caso, a diferencia del anterior, se tiene en cuenta en cuenta el suplemento debido a cada orientación de cada fachada y ventana.

Los suplementos en función de las orientaciones son:

- SO: 7%
- NO: 18%
- N: 20%

#### - Fachada SO (7%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 1,07 \times 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 7\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 34,57 \text{kcal/h}$$

#### - Fachada NO (18%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 1,18 \times 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,7\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 36,49 \text{kcal/h}$$

#### - Fachada N (20%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 1,2 \times 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 19,8\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 109,66 \text{kcal/h}$$

- Ventana N (20%)

Existe un ventanal acristalado con una superficie de 15,2 m<sup>2</sup> en la fachada norte y otro de 5,7 m<sup>2</sup> en la NO. Teniendo en cuenta estos parámetros y las temperaturas, con el coeficiente de transmitancia global y los suplementos por orientación se obtiene la carga térmica de calefacción por transmisión para cada una de ellas.

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 1,2 \times 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,2\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 663,6 \text{ kcal/h}$$

- Ventana NO (18%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 1,18 \times 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 5,3\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 192,81 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

Teniendo en cuenta la superficie en contacto con el terreno y la diferencia de temperaturas, con el coeficiente de transmitancia del suelo se obtiene la carga térmica de calefacción por transmisión. La temperatura del suelo es de 6,86°C

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 202\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 1171,07 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

Las oficinas no poseen ningún piso por encima, por lo que hay una cubierta. El procedimiento es similar al de los muros exteriores, sin tener en cuenta el coeficiente de orientación.

El cálculo de puertas interiores y exteriores y cerramientos se realizan de la misma manera, teniendo en cuenta las temperaturas interiores y exteriores, las áreas y las transmitancias.

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 138\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 599,47 \text{ kcal/h}$$

- Puertas exteriores N (20%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,2 \times 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,1 \text{ m}^2 \times (21 - 2,9) = 227,8 \text{ kcal/h}$$

- Puertas exterior NO (18%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,18 \times 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,1 \text{ m}^2 \times (21 - 2,9) = 224,08 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 81,54\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 311,40\text{kcal/h}$$

**- Forjados**

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,29 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 56,5\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 148,28 \text{ kcal/h}$$

**- Puertas interiores**

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 8,4\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 107,18 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,6\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 24,90 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,2\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 18,67 \text{ kcal/h}$$

**TOTAL TRANSMISIÓN:**

El total de cargas térmicas debido a la transmisión se obtiene por medio del sumatorio de las cargas térmicas de transmisión de cada elemento constructivo que se ha calculado anteriormente

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 3838,04 \text{ kcal/h}$$

**2. VENTILACIÓN****- Sensible**

La carga sensible transmitida por ventilación de aire exterior ( $Q_{v.sensible}$ ) se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_i - T_e)$$

donde,

Parámetros	
$Q_{v.sensible}$	Carga sensible de ventilación
$V$	Caudal de aire ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
$\rho$	Densidad del aire ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$C_{pa}$	Calor específico del aire ( $\text{J}/\text{kg K}$ )
$(T_i - T_e)$	Diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior

$$Q_{sensible} = 0,28 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 6092,46\text{W} = 5239,51\text{kcal/h}$$

### 3. INFILTRACIÓN

La carga sensible transmitida por infiltración de aire exterior se determina muy parecido al debido a ventilación, a diferencia que el caudal de aire infiltrado se refiere al caudal de aire que se infiltra por la puerta y las ventanas, con unos valores de:

$$\text{Caudal de aire inflitrado puerta} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

$$\text{Caudal de aire inflitrado ventana} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}}$$

- **Sensible**

$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_e)$$

Puerta:

$$\begin{aligned} Q_{inf.sensible} &= \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 12,2 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 184 \text{ W} \\ &= 158,25 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Ventana:

$$\begin{aligned} Q_{inf.sensible} &= \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 20,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 222,63 \text{ W} \\ &= 191,46 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

- **Total**

$$Q_{infiltracióntotal} = 504,09 \text{ kcal/h}$$

### 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 191,90 \text{ kcal/h}$$

### CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 9773,54 \text{ kcal/h}$$

## 4.8 HOJA DE CARGAS DE CALEFACCIÓN

Una vez calculadas las cargas de cada local, se deben mostrar de manera clara y sencilla. Para ello se realiza el siguiente modelo de Hoja de Calefacción:

<b>CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)</b>				
<b>Recinto</b>				
HABITACIÓN 5 (Habitaciones de hotel)				
<b>Condiciones de proyecto</b>				
<b>Internas</b>		<b>Externas</b>		
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = 2.9 °C		
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %		
<b>Cargas térmicas de calefacción</b>				<b>C. SENSIBLE (kcal/h)</b>
<b>Cerramientos exteriores</b>				
Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	
Fachada	SE	8.6	0.25	39.69
<b>Ventanas exteriores</b>				
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	
1	SE	3.1	2.01	112.78
<b>Forjados inferiores</b>				
Tipo		Superficie (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	
Forjado sanitario		23.4	0.41	135.65
<b>Cerramientos interiores</b>				
Tipo		Superficie (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	
Pared interior		15.22	0.42	58.12
Puerta		1.48	1.72	23.03
<b>Total estructural</b>				<b>369.29</b>
<b>Cargas interiores totales</b>				
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>				5.0 % 18.46
<b>Cargas debidas a la orientación (SE) 5%</b>				18.46
<b>Ventilación</b>				
Caudal de ventilación total (m <sup>3</sup> /h)				
111.6				616.49
<b>SUPERFICIE 23.4 m<sup>2</sup></b>				
<b>POTENCIA TÉRMICA TOTAL :</b>				<b>1022.72 kcal/h</b>

## 4.9 RESUMEN CARGAS CALEFACCION DE LOCALES

PLANTA BAJA							
Recinto	Carga transmisión	Ventilación		Intermitencia de uso	Orientación		Potencia
	(kcal/h)	Caudal	Carga sensible	5% Qtransmisión	%	(kcal/h)	(kcal/h)
		(m³/h)	(kcal/h)	(kcal/h)			
HABITACIÓN 1	444,22	111,60	618,36	22,21	5	22,21	1107,01
HABITACIÓN 2	373,75	111,60	617,42	18,69	5	18,69	1028,55
HABITACIÓN 3	376,81	111,60	618,36	18,84	5	18,84	1032,85
HABITACIÓN 4	377,04	111,60	618,36	18,85	5	18,85	1033,10
HABITACIÓN 5	369,30	111,60	616,49	18,46	5	18,46	1022,72
HABITACIÓN 6	374,61	111,60	618,36	18,73	5	18,73	1030,43
HABITACIÓN 7	369,30	111,60	616,49	18,46	5	18,46	1022,72
HABITACIÓN 8	367,56	111,60	616,49	18,38	5	18,38	1020,80
HABITACIÓN 9	361,79	111,60	614,62	18,09	5	18,09	1012,58
HABITACIÓN 10	459,80	111,60	615,60	22,99	0	0,00	1098,39
HABITACIÓN 11	418,05	111,60	611,82	20,90	15	62,71	1113,48
HABITACIÓN 12	363,34	111,60	615,56	18,17	15	54,50	1051,57
HABITACIÓN 13	366,98	111,60	616,49	18,35	15	55,05	1056,86
HABITACIÓN 14	363,34	111,60	615,56	18,17	15	54,50	1051,57
HABITACIÓN 15	364,38	111,60	615,56	18,22	15	54,66	1052,82
HABITACIÓN 16	363,80	111,60	615,56	18,19	15	54,57	1052,12
HABITACIÓN 17	350,63	111,60	611,82	17,53	15	52,60	1032,58
HABIATCIÓN 18	366,98	111,60	616,50	18,35	15	55,05	1056,87
HABITACIÓN 19	364,38	111,60	615,56	18,22	15	54,66	1052,82
HABITACIÓN 20	462,90	111,60	616,49	23,14	7	32,40	1134,93
<b>TOTAL</b>	<b>7658,96</b>	<b>2232,00</b>	<b>12321,47</b>	<b>382,95</b>	<b>-</b>	<b>701,40</b>	<b>21064,78</b>

PLANTA BAJA							
Recinto	Carga de transmisión	Ventilación		Intermitencia de uso	Orientación		Potencia
	(kcal/h)	Caudal	Carga sensible	5% Qtransmisión	%	(kcal/h)	(kcal/h)
		(m³/h)	(kcal/h)	(kcal/h)			
COCINA	568,09	1200,00	7260,00	28,40	20	113,62	7970,11
GIMNASIO	892,81	889,80	4170,60	44,64	0	0,00	5108,05
OFICINA	900,65	180,00	961,04	45,03	20	180,13	2086,85
RESTAURANTE	2237,83	5874,40	30587,70	111,89	20	447,57	33384,98
RECEPCION	3838,04	1009,80	5743,6	191,90	-	0,00	9773,54
VESTUARIO FEMENINO	400,75	270,00	1432,04	20,04	5	20,04	1872,87
VESTUARIO MASCULINO	257,04	270,00	1413,36	12,85	10	25,70	1708,96
ASEOS RESTAURANTE	345,22	540,00	2801,88	17,26	0	0,00	3164,37
<b>TOTAL</b>	<b>9440,43</b>	<b>10234,0</b>	<b>54370,22</b>	<b>472,02</b>	<b>-</b>	<b>787,05</b>	<b>65069,73</b>



PLANTA PRIMERA							
Recinto	Carga Transmisión	Ventilación		Intermitencia de uso	Orientación		Sensible Total
	(kcal/h)	Caudal	Carga sensible	% Qtransmision	%	(kcal/h)	(kcal/h)
		(m³/h)	(kcal/h)	5%			
HABITACIÓN 1	409,78	111,60	618,36	20,49	5	20,49	1069,12
HABITACIÓN 2	339,31	111,60	617,42	16,97	5	16,97	990,66
HABITACIÓN 3	342,51	111,60	618,36	17,13	5	17,13	995,12
HABITACIÓN 4	343,03	111,60	618,36	17,15	5	17,15	995,69
HABITACIÓN 5	335,29	111,60	616,49	16,76	5	16,76	985,31
HABITACIÓN 6	340,75	111,60	618,36	17,04	5	17,04	993,18
HABITACIÓN 7	335,29	111,60	616,49	16,76	5	16,76	985,31
HABITACIÓN 8	333,99	111,60	616,49	16,70	5	16,70	983,87
HABITACIÓN 9	328,07	111,60	614,62	16,40	5	16,40	975,49
HABITACIÓN 10	425,59	111,60	615,60	21,28	0	0,00	1062,47
HABITACIÓN 11	384,48	111,60	611,82	19,22	15	57,67	1073,19
HABITACIÓN 12	329,91	111,60	615,56	16,50	15	49,49	1011,46
HABITACIÓN 13	333,55	111,60	616,49	16,68	15	50,03	1016,75
HABITACIÓN 14	329,91	111,60	615,56	16,50	15	49,49	1011,46
HABITACIÓN 15	330,81	111,60	615,56	16,54	15	49,62	1012,53
HABITACIÓN 16	330,37	111,60	615,56	16,52	15	49,56	1012,01
HABITACIÓN 17	317,21	111,60	611,82	15,86	15	47,58	992,47
HABIATCIÓN 18	329,91	111,60	616,50	16,50	15	49,49	1012,40
HABITACIÓN 19	330,81	111,60	615,56	16,54	15	49,62	1012,53
HABITACIÓN 20	427,84	111,60	616,49	21,39	7	29,95	1095,67
<b>TOTAL</b>	<b>6978,39</b>	<b>2232,00</b>	<b>12321,47</b>	<b>348,92</b>	<b>-</b>	<b>637,89</b>	<b>20286,67</b>

## 4.10 RESULTADOS CARGA DE CALEFACCIÓN TOTAL

Dando los siguientes resultados:

		Potencia térmica
		Sensible (kcal/h)
Planta Baja	Locales	65069,73
	Habitaciones	21064,78
	TOTAL	86134,51
Planta Primera	Habitaciones	20286,67
TOTAL	EDIFICIO	106421,18

## 4.11 CARGAS TOTALES DE REFRIGERACIÓN Y CALEFACCIÓN

PLANTA BAJA					
Recinto	REFRIGERACIÓN			CALEFACCIÓN	TOTAL
	Sensible	Latente	Total	Sensible	(kcal/h)
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	
OFICINA	3147,518	472,45	3619,968	2086,85	5706,81
RESTAURANTE	27701,5554	10234,356	37935,9114	33384,98	71320,90
RECEPCIÓN	12663,0991	2404,061	15067,1601	9773,54	24840,70
GIMNASIO	9034,872	4348,685	13383,557	5108,05	18491,61
COCINA	9062,482	2671,57152	11734,0535	7970,11	19704,16
HABITACIÓN 1	1050,89149	225,566	1276,45749	1107,01	2383,46
HABITACIÓN 2	998,3996	225,324	1223,7236	1028,55	2252,27
HABITACIÓN 3	1007,6902	225,566	1233,2562	1032,85	2266,11
HABITACIÓN 4	1006,60252	225,566	1232,16852	1033,10	2265,27
HABITACIÓN 5	986,46911	225,093	1211,56211	1022,72	2234,28
HABITACIÓN 6	1005,35622	225,566	1230,92222	1030,43	2261,35
HABITACIÓN 7	987,62477	225,093	1212,71777	1022,72	2235,44
HABITACIÓN 8	984,2371	225,093	1209,3301	1020,80	2230,13
HABITACIÓN 9	965,18004	224,62	1189,80004	1012,58	2202,38
HABITACIÓN 10	1019,23547	224,851	1244,08647	1098,39	2342,48
HABITACIÓN 11	1032,51423	223,905	1256,41923	1113,48	2369,90
HABITACIÓN 12	1038,13391	224,851	1262,98491	1051,57	2314,55
HABITACIÓN 13	1049,56588	225,093	1274,65888	1056,86	2331,52
HABITACIÓN 14	1037,42012	224,851	1262,27112	1051,57	2313,84
HABITACIÓN 15	1038,2812	224,851	1263,1322	1052,82	2315,95
HABITACIÓN 16	1037,54475	224,851	1262,39575	1052,12	2314,52
HABITACIÓN 17	989,31294	223,905	1213,21794	1032,58	2245,80
HABITACIÓN 18	1049,56588	225,093	1274,65888	1056,87	2331,53
HABITACIÓN 19	1038,2812	224,851	1263,1322	1052,82	2315,95
HABITACIÓN 20	1094,35337	225,093	1319,44637	1134,93	2454,38
VESTUARIO FEMENINO	1779,50113	610,335	2389,83613	1872,87	4262,70
VESTUARIO MASCULINO	1480,66105	605,363	2086,02405	1708,96	3794,98
ASEOS RESTAURANTE	2396,45362	908,798	3305,25162	3164,37	6469,62
<b>TOTAL</b>	<b>87682,8024</b>	<b>26755,3015</b>	<b>114438,104</b>	<b>86134,5093</b>	<b>200572,613</b>

PLANTA PRIMERA					
Recinto	REFRIGERACIÓN			CALEFACCIÓN	TOTAL
	Sensible	Latente	Total	Sensible	(kcal/h)
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	
HABITACIÓN 1	1127,47096	225,566	1353,03696	1069,12	2422,15
HABITACIÓN 2	1074,97907	225,324	1300,30307	990,66	2290,96
HABITACIÓN 3	1083,9411	225,566	1309,5071	995,12	2304,63
HABITACIÓN 4	1084,32632	225,566	1309,89232	995,69	2305,58
HABITACIÓN 5	1065,26926	225,093	1290,36226	985,31	2275,67
HABITACIÓN 6	1080,64407	225,566	1306,21007	993,18	2299,39
HABITACIÓN 7	1063,24119	225,093	1288,33419	985,31	2273,64
HABITACIÓN 8	1058,87914	225,093	1283,97214	983,87	2267,85
HABITACIÓN 9	1040,15065	224,62	1264,77065	975,49	2240,26
HABITACIÓN 10	1097,43513	224,851	1322,28613	1062,47	2384,75
HABITACIÓN 11	1107,15627	223,905	1331,06127	1073,19	2404,25
HABITACIÓN 12	1111,73359	224,851	1336,58459	1011,46	2348,04
HABITACIÓN 13	1123,89068	225,093	1348,98368	1016,75	2365,73
HABITACIÓN 14	1111,74492	224,851	1336,59592	1011,46	2348,05
HABITACIÓN 15	1112,92324	224,851	1337,77424	1012,53	2350,30
HABITACIÓN 16	1111,86955	224,851	1336,72055	1012,01	2348,73
HABITACIÓN 17	1063,62641	223,905	1287,53141	992,47	2280,00
HABIATCIÓN 18	1123,89068	225,093	1348,98368	1012,40	2361,38
HABITACIÓN 19	1112,92324	224,851	1337,77424	1012,53	2350,30
HABITACIÓN 20	1172,22446	225,093	1397,31746	1095,67	2492,99
<b>TOTAL</b>	<b>21928,3199</b>	<b>4499,682</b>	<b>26428,0019</b>	<b>20286,6693</b>	<b>46714,6713</b>

La carga del edificio será:

		REFRIGERACIÓN			CALEFACCION	TOTAL
		Sensible (kcal/h)	Latente (kcal/h)	Total (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	(kcal/h)
Planta Baja	Locales	67266,1	22804,1	90070,3	65069,73	<b>155140,03</b>
	Habitaciones	24916,3	29416	24916,3	21064,78	<b>45981,08</b>
	TOTAL	92182,5	52220,1	114986,6	86134,51	<b>201121,11</b>
Planta Primera	Habitaciones	21928,3	4499,7	26428	20286,67	<b>46714,67</b>
<b>TOTAL</b>	<b>EDIFICIO</b>	<b>114110,8</b>	<b>56719,8</b>	<b>141414,6</b>	<b>106421,18</b>	<b>247835,78</b>

## **5. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE**

## ÍNDICE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

<b>5. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.....</b>	<b>141</b>
<b>5.1 NORMAS Y REGLAMENTOS UTILIZADOS .....</b>	<b>144</b>
<b>5.2 JUSTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS DE BIENESTAR E HIGIENE .....</b>	<b>145</b>
5.2.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE TÉRMICO INTERIOR .....	145
5.2.2 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR .....	146
5.2.3 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO .....	149
5.2.4 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.1.4.3. EXIGENCIA DE HIGIENE .....	151
<b>5.3 JUSTIFICACIÓN DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD .....</b>	<b>152</b>
5.3.1 IT 1.3.4.1 EXIGENCIA DE SEGURIDAD GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO.....	152
5.3.2 EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN LAS REDES DE TUBERIAS DE CALOR Y FRÍO.....	154
5.3.3 IT 1.3.4.3 DE EXIGENCIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	156
5.3.4 EXIGENCIA DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN .....	156
<b>5.4 JUSTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....</b>	<b>159</b>
5.4.1 JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ELEGIDO .....	159
5.4.2 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.1 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO .....	160
5.4.3 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.2 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO.....	160
<b>5.5 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.4 DE CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS</b>	<b>164</b>
<b>5.6 EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA .....</b>	<b>164</b>
5.6.1 ENFRIAMIENTO GRATUITO POR AIRE EXTERIOR.....	164
5.6.2 RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN.....	164
5.6.3 ESTRATIFICACIÓN .....	165
5.6.4 ZONIFICACIÓN .....	165
<b>5.7 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>166</b>
<b>5.8 IT1.2.4.7 DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL .....</b>	<b>166</b>
<b>5.9 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.3 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS .....</b>	<b>167</b>
5.9.1 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE GESTIÓN.....	168
5.9.2 CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN: .....	169

5.9.3	CONTROL DE INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PREPARACIÓN DE ACS.....	170
5.9.4	INSTALACIÓN SOLAR. ....	171
5.9.5	SISTEMA ANTILEGIONELA. ....	172
5.9.6	PRODUCCIÓN DE AGUA ENFRIADA PARA CLIMATIZACIÓN. ....	172
5.9.7	CLIMATIZADOR.....	173
5.9.8	VENTILADORES - EXTRACTORES.....	173
5.9.9	OTRAS INSTALACIONES. ....	173



## **5.1 NORMAS Y REGLAMENTOS UTILIZADOS**

Se pretende que el diseño, el dimensionado, los componentes y los equipos de la instalación sean seguros, racionales y eficientes y que cumplan con la normativa vigente, fundamentalmente con:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Código Técnico de la Edificación
- Reglamento de Recipientes a Presión del Ministerio de Industria. Real Decreto 1244/1979 del 4 de Abril.
- Normas UNE correspondientes.
- R.D. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE núm. 171 del 18 de Julio.
- RD 314/2006 Código Técnico de la Edificación, documento básico DB HE, Ahorro de energía, Sección HE 4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

### **Reglamento de instalaciones eléctricas**

- Las instalaciones eléctricas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos de Acondicionamiento de Aire cumplirán lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias vigentes.

## 5.2 JUSTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS DE BIENESTAR E HIGIENE

### 5.2.1 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE TÉRMICO INTERIOR

De acuerdo a la instrucción técnica *IT 1.1.4.1*, la exigencia de calidad del ambiente térmico se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación si los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen en la zona ocupada dentro de unos valores establecidos. Estos parámetros son la temperatura seca y operativa del aire, la humedad relativa y la velocidad media del aire en la zona ocupada.

#### 5.2.1.1 Temperatura seca y operativa del aire

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura se diseñaran en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos: Los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la siguiente tabla:

ESTACION	TEMPERATURA OPERATIVA (°C)
VERANO	23-25
INVIERNO	21-23

*Tabla. 5-1 Temperatura óptima interior*

Se calculará la instalación para que la temperatura operativa de todos los locales del edificio sea de 24 °C en verano y de 21 °C para invierno.

En el gimnasio, las condiciones interiores serán diferentes, debido a la gran actividad metabólica que se realiza, por lo que la temperatura de diseño será de 19 °C.

#### 5.2.1.2 Humedad relativa

Las condiciones interiores de diseño de la humedad relativa se fijarán, como en el caso de la temperatura, a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos. Los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la siguiente tabla:

ESTACION	HUMEDAD RELATIVA (%)
VERANO	45-60
INVIERNO	40-50

*Tabla. 5-2 Humedad óptima interior*

Se calculará la instalación para que la humedad relativa de todos los locales del edificio sea del 50 % tanto en verano como en invierno.

### 5.2.1.3 Velocidad media del aire en la zona ocupada

La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada, se calculará, de acuerdo a la *IT 1.1.4.1.3* y en el caso que nos ocupa, de la forma siguiente:

Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40 % y porcentaje de insatisfechos por corrientes de aire del 15 %:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \text{ m/s}$$

siendo  $t$  el valor de la temperatura seca y estando dentro de los márgenes de 20 a 27 °C.

La velocidad media del aire podrá ser mayor en las zonas superiores de la habitación.

Para el caso concreto de nuestra instalación, se diseñará para que la velocidad del aire en la zona ocupada de todos los locales del edificio no supere los 17 m/s en verano y los 15 m/s en invierno, de acuerdo a la expresión anterior y a las temperaturas de cálculo para ambas estaciones.

Este valor se tendrá muy en cuenta a la hora de realizar el cálculo del tamaño, número y distribución de las toberas, difusores y rejillas de aire en todo el edificio.

## 5.2.2 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

La instalación se diseñará para mantener una calidad del aire interior aceptable en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado. Por medio de sondas se controlarán los caudales de ventilación y las renovaciones de demanda.

- CATEGORIAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN FUNCION DEL USO DE LOS EDIFICIOS.

TIPO DE AIRE	CATEGORIA	dm <sup>3</sup> /s por persona
Aire de óptima calidad	IDA 1	20
Aire de buena calidad	IDA 2	12,5
Aire de calidad media	IDA 3	8
Aire d baja calidad	IDA 4	5

*Tabla. 5-3 Calidad de aire interior*

- CALIDADES DEL AIRE INTERIOR

RECINTO	CALIDAD DE AIRE	FUMADOR
Habitaciones de hotel	IDA 3	NO
Oficina	IDA 2	NO
Pasillos	IDA 2	NO
Restaurante	IDA 2	NO
Vestíbulo	IDA 2	NO
Gimnasio	IDA 3	NO

*Tabla 5-1. Caudal de aire interior*

Dado que actualmente está prohibido fumar en el interior de recintos públicos, no es necesario doblar el caudal de aire necesario como indica el RITE.

- FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN

El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad de aire del exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la siguiente tabla:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F67GF/F9 (*)	F67GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

*Tabla. 5-4 Clases de filtración*

(\*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

La calidad de aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas.
- ODA 2: Aire de altas concentraciones de partículas.
- ODA 3: Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- ODA 4: Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
- ODA 5: Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos.

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales; los cuales se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada de retorno.

Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales servidos sean especialmente sensibles a la suciedad, después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.

En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco; la humedad relativa del aire será siempre menor que el 90%.

- AIRE DE EXTRACCIÓN

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

- AE 1(bajo nivel de contaminación): oficinas, escaleras y pasillos y espacio de uso público.
- AE 2 (moderado nivel de contaminación): restaurante, habitaciones del hotel, almacenes.
- AE 3 (alto nivel de contaminación): aseos, cocinas, lavanderías...
- AE 4 (muy alto nivel de contaminación): extracción de campanas de humos.

El aire de las categorías AE3 y AE4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia. Además la expulsión hacia el exterior del aire de estas categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE1 y AE2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

Por lo que el aire de extracción de la cocina, aseos y lavanderías y cuarto de basuras serán independientes a la de los demás recintos.

### 5.2.3 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO

Para asegurar el cumplimiento de esta exigencia de calidad, se utilizarán materiales aislantes del ruido en todos los cerramientos del edificio, para insonorizar el edificio del ruido exterior, evitando molestias o enfermedades producidas por el ruido.

Estos materiales serán los mismos que se utilizarán para el aislamiento térmico del edificio y reducir así su transmitancia o conductividad térmica (U), debido a que las propiedades térmicas de estos materiales son paralelas a sus propiedades acústicas. Esto significa que un material aislante del calor suele ser un buen aislante del ruido.

Las máquinas y dispositivos generadores de altos niveles de ruido (como, por ejemplo, ventiladores, compresores, bombas, etc.) se colocarán en aquellos lugares del edificio que menos perjudiquen la calidad del ambiente acústico de los locales. Se instalarán en las azoteas.

Asimismo, las máquinas que puedan producir vibraciones importantes, por ejemplo las bombas, deberán situarse sobre una bancada de hormigón que amortigüe, en la medida de lo posible, las vibraciones originadas. Además, la conexión de las mismas con el resto de la instalación se realizará por medio de manguitos anti vibratorios, para evitar que dichas vibraciones se propaguen por las conducciones y afecten al resto de la instalación y a las personas.

- **Equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas:**

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

Queda justificado mediante la utilización de los cerramientos exigibles por la norma.

#### **Condiciones de montaje:**

- 1) Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- 2) En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de

vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

- 3) Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la *UNE 100153 IN*.
- 4) Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- 5) En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.
- 6) Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.
- 7) Se evitarán suspensiones complementarias a la general, cuando las bombas se instalen en la cubierta.

▪ **Aire acondicionado:**

- 1) Los conductos de aire deben estar revestidos de un material absorbente acústico y deben utilizarse silenciadores específicos.
- 2) Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.
- 3) Se usarán rejillas y difusores terminales. El nivel de potencia acústica máximo generado por el paso del aire acondicionado viene dado por la expresión:

$$L_w < L_{eqA,T} + 10\log V - 10L_g T - 14$$

Parámetros	
L <sub>w</sub>	Nivel de potencia acústica de la rejilla (dB)
T	Tiempo de reverberación del recinto
V	Volumen del recinto (m <sup>3</sup> )
L <sub>eqA,T</sub>	Valor del nivel sonoro equivalente estandarizado, ponderado A, (dB)

*Tabla. 5-5 Nivel potencia de acústic*

▪ **Ventilación:**

Deben aislarse los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurren por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso.

Quedarán aislados mediante los cerramientos ya que discurren por patinillos habilitados a tal efecto.

- **Instalaciones:**

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas anti vibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos

## **5.2.4 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.1.4.3. EXIGENCIA DE HIGIENE**

### **5.2.4.1 Humectación**

El agua de aportación que se emplee para la humectación será el de la red de abastecimiento, directamente, en el caso de que tenga calidad sanitaria.

Los climatizadores y las redes de conductos dispondrán de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma *UNE-ENV 12097* para permitir las operaciones de limpieza y desinfección, cumpliendo así lo indicado en el *R.D. 865/2003 sobre la prevención y control de la legionelosis*.

Los elementos instalados en la red de conductos serán desmontables y tendrán una sección desmontable en el conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos serán registrables para realizar la inspección, en correspondencia con los registros de los conductos y los elementos instalados en los mismos.



## 5.3 JUSTIFICACIÓN DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD

### 5.3.1 IT 1.3.4.1 EXIGENCIA DE SEGURIDAD GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

Los generadores de calor (calderas) disponen del certificado de conformidad, según lo establecido en el *RD 1428/1992 de 27 de noviembre*. Los generadores de calor (calderas) y de frío (enfriadoras) se equiparán con un interruptor de flujo, que realizará la parada de las máquinas cuando el caudal de fluido sea insuficiente para el adecuado funcionamiento de las mismas.

La sala de máquinas tendrá las siguientes características:

- La sala de máquinas se situará en la planta cubierta.
- El acceso a ella será por medio de una puerta de baja resistencia mecánica para cumplir con el apartado segundo de la presente IT.
- Se instalará una central de detección y corte de gas, con dos detectores situados en las proximidades de los generadores y en el techo, debido a que el gas combustible será gas natural, más ligero que el aire. Cuando actúen los detectores de gas (antes de alcanzarse el 50 % del límite inferior de explosividad del gas natural), cortarán el suministro de gas a la sala y se dará una señal de alarma al sistema de control de la climatización.
- Se colocarán dos extintores (cerca de la puerta)
- El sistema de corte de suministro de gas consistirá en una electroválvula del tipo todo-nada, normalmente cerrada.
- La ventilación será natural directa, por dos orificios, uno de entrada y otro de salida.
- La evacuación de los productos de combustión de los generadores se realizará por medio de dos chimeneas, al ser la potencia total de calefacción inferior a 400 kW.
- Las dimensiones de la puerta de acceso serán las suficientes como para permitir el libre movimiento de los equipos que deban
- Las puertas podrán abrirse con facilidad desde el interior incluso cuando se haya cerrado con llave desde el exterior.
- En el exterior se colocará un cartel con la inscripción: "Sala de máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio".

- Las tomas de ventilación se realizarán al exterior y en ningún caso a locales cerrados.
- Los cerramientos de la sala no presentarán filtraciones de agua ni humedades.
- La sala dispondrá de un desagüe por gravedad.
- El cuadro eléctrico de protección y maniobra de los equipos instalados en la sala estará situado al lado de la puerta de acceso.
- El nivel de iluminación medio será de 200 lux, mediante alumbrado artificial, con una uniformidad media de 0,5.
- La conexión entre los generadores de calor y las chimeneas será perfectamente accesible.
- En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:
  - Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de emergencia y dispositivo de corte rápido.
  - Nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
  - Dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
  - Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
  - Plano con esquema de principio de la instalación.

### 5.3.2 EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN LAS REDES DE TUBERIAS DE CALOR Y FRÍO

Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante considerando el material empleado, su diámetro y la colocación (enterrada o al aire, horizontal o vertical)

En nuestro caso todas las bombas estarán aisladas de las tuberías mediante manguitos elásticos para evitar vibraciones.

#### 5.3.2.1 Alimentación:

La alimentación de los circuitos se realizará mediante un desconector, que será capaz de evitar el reflujo de agua de forma segura en caso de caída de presión en la red pública, creando una discontinuidad entre el circuito y la misma red pública.

Se instalarán una válvula antirretorno en cada circuito de alimentación. Además antes de la válvula de retención se dispondrá una válvula de cierre, un filtro y un contador, en el orden indicado.

Los diámetros mínimos de las conexiones en función de la potencia térmica nominal de la instalación se elegirán de acuerdo a lo indicado en la tabla siguiente:

kW	CALOR DN (mm)	FRÍO DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$P > 400$	32	40

*Tabla. 5-6 Diámetros mínimos en función de la potencia térmica nomina*

En nuestro caso las potencias serán las siguientes y los diámetros montados son:

- Frío: Diámetro proyectado: 32 mm
- Calor: Diámetro proyectado: 25 mm

#### 5.3.2.2 Expansión:

Los circuitos cerrados de agua o soluciones acuosas estarán equipados con un dispositivo de expansión cerrado, que permitirá absorber el volumen de dilatación del fluido.

- Circuito de frío: 1 vaso de expansión cerrado de 70 l situado en el colector.
- Circuito de calor: 1 vaso de expansión cerrado de 80 l situado en el colector.

#### **5.3.2.3 Circuitos cerrados:**

Los circuitos cerrados con fluidos calientes dispondrán, además de la válvula de alivio, de una o más válvulas de seguridad. El valor de la presión de tarado, mayor que la presión máxima de ejercicio en el punto de la instalación y menor que la de prueba, vendrá determinado por la norma específica del producto.

Las válvulas de seguridad deben tener un dispositivo de accionamiento manual para pruebas que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de las mismas.

Se utilizarán los criterios de diseño de los dispositivos de seguridad indicados en el *apartado 7 de la norma UNE 100155*. Se dispondrá un dispositivo de seguridad que impida la puesta en marcha de la instalación si el sistema no tiene la presión de ejercicio de proyecto o memoria técnica.

Se instalarán válvulas de alivio en el depósito de inercia y en la caldera.

#### **5.3.2.4 Dilatación:**

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene se compensarán por medios de los propios cambios de dirección, que absorberán estos incrementos e impidiendo la rotura de la instalación.

Los elementos de dilatación se diseñarán y se calcularán según la norma *UNE 100156*.

Para las tuberías de plástico se consideran válidos los criterios emitidos por el *CTN 53 del AENOR*.

#### **5.3.2.5 Golpe de ariete:**

Para evitar los cambios bruscos de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se instalarán válvulas de retención después de cada bomba.

#### **5.3.2.6 Filtración:**

Se colocan filtros justo antes de cada bomba, antes de cada batería y antes de los contadores.

### 5.3.2.7 Conductos de aire:

La velocidad y la presión máximas en los conductos cumplen las normas *UNE-EN 12237* para conductos de metálicos y *UNE-EN 13403* para conductos no metálicos. Asimismo, cumplen la norma *UNE 100012* sobre higienización de sistemas de climatización.

### 5.3.3 IT 1.3.4.3 DE EXIGENCIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Dotación de la instalación de protección contra incendios en la sala de máquinas:

- Dos extintores portátiles de eficacia mínima 21A – 113B, uno en el exterior del local y próximo a la puerta de acceso y el otro en el interior del local, de modo que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no supere los 15 metros.
- Pulsador de alarma de incendio, conectado a la central de protección contra incendios.
- Centralita de detección de gas y CO, con dos detectores situados en las proximidades de las calderas y en el techo
- Señalización foto luminiscente de los extintores y pulsadores de alarma, acorde con lo establecido en la norma *UNE 23035-4:1999* y de tamaño 210 x 210 mm, al no exceder la distancia de observación de 10 metros.
- Alumbrado de emergencia, con batería de autonomía mínima de 1 hora, situado sobre las puertas de salida.

### 5.3.4 EXIGENCIA DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

#### 5.3.4.1 Superficies calientes:

En nuestro caso no tenemos superficies calientes accesibles al usuario, ya que la climatización se hará a través de rejillas y difusores colocados en el techo de las estancias y por medio de fancoils.

#### 5.3.4.2 Partes móviles:

El material aislante en tuberías, conductos o equipos nunca podrá interferir con partes móviles de sus componentes.

#### **5.3.4.3 Accesibilidad:**

Los equipos y aparatos están ubicados en la cubierta de manera que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

Los equipos situados en el falso techo tendrán acceso fácil a través del mismo falso techo que es desmontable.

Las tuberías tendrán fácil acceso ya que van descubiertas y están ubicadas en la cubierta.

#### **5.3.4.4 Señalización:**

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el Manual de Uso y Mantenimiento, deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos. Las conducciones estarán señalizadas de acuerdo con la norma UNE 100100.

#### **5.3.4.5 Medición:**

Toda la instalación térmica dispondrá de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.

En instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- Colectores de impulsión y de retorno de un fluido portador: un termómetro.
- Vasos de expansión: un manómetro.
- Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en el retorno, uno por cada circuito.
- Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre la aspiración y la descarga, uno por cada bomba.
- Chimeneas: un pirómetro o un pirostato con escala indicadora.
- Intercambiadores de calor: termómetros y manómetros a la entrada y salida de los fluidos, salvo cuando se trate de agentes frigoríferos.
- Baterías agua-aire: un termómetro a la entrada y otro a la salida del circuito del fluido primario y tomas de para la lectura de las magnitudes relativas al aire, antes y después de la batería.

- Recuperadores de calor aire-aire: tomas para la lectura de las magnitudes físicas de las dos corrientes de aire.
- Unidades de tratamiento de aire: medida permanente de las temperaturas del aire en impulsión, retorno y toma de aire exterior.

El equipamiento mínimo de aparatos de medición y control será el siguiente:

**Temperatura** en cada:

- Colector de impulsión y retorno.
- Retorno de los circuitos secundarios.
- Entrada y salida de aire a los climatizadores.
- Entrada y salida de aire a los recuperadores de calor.
- Toma de aire exterior.

**Humedad relativa** en cada:

- Entrada y salida de aire a los climatizadores.
- Entrada y salida de aire a los recuperadores de calor.

**Presión** en cada:

- Vaso de expansión.
- Bomba.

**Pirostato** en cada:

- Chimenea de cada caldera.

## **5.4 JUSTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

### **5.4.1 JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ELEGIDO**

#### **5.4.1.1 Sistema agua aire**

Por medio de fancoils en el falso techo se suministrará aire en las condiciones de diseño para las habitaciones.

#### **5.4.1.2 Generación de frío**

La producción de agua fría para los fancoils y baterías de frío se realizará por medio de un equipo frigorífico situado en la azotea al que entra el agua a 12°C saliendo de él a 7°C y de ahí se distribuye por las tuberías hasta los fancoils y climatizador. La producción de agua se hará mediante dos enfriadoras de agua CARRIER de condensación por aire.

La potencia de cada enfriadora es de 75 kW.

#### **5.4.1.3 Generación de calor**

El agua caliente para se generará mediante dos caldera ubicadas en la sala de maquinas. La marca de las calderas son MKS

La caldera mandará el agua a 80 °C y retornará a 70 °C. El sistema estará formado por un circuito primario y 4 circuitos secundarios. El circuito primario estará formado por la caldera y un colector común. Los circuitos secundarios se encargarán de mandar el agua caliente del colector común a la batería de calor de los climatizadores y a los circuitos de los fancoils de la planta primera y segunda.

La potencia de cada caldera es de 70kW.

#### **5.4.1.4 Generación de agua caliente**

Se colocarán 75 placas solares colocadas en la azotea que calentarán el agua por medio de la radiación solar, y a continuación se acumularan en un depósito solar de acumulación, que de allí suministrará agua caliente a las diferentes habitaciones. También existirá un sistema de apoyo por medio de calderas.

#### **5.4.1.5 Sistema geotérmico**



Se colocará sondas perforadas a una profundidad determinada con el fin servir como fuente de energía para parte del suministro de calor y frío necesario.

La potencia que satisfacerá será de:

- Frío: 70 kW
- Calor: 90 kW

#### **5.4.2 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.1 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO**

La potencia de las unidades de producción de calor y frío se ha calculado de acuerdo a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas.

Los generadores de calor y frío se conectarán hidráulicamente en paralelo, pudiendo independizarse entre sí mediante las válvulas de aislamiento correspondientes.

El caudal del fluido portador podrá variar para adaptarse a la carga térmica instantánea necesaria, entre los límites máximo y mínimo establecidos por el fabricante.

#### **5.4.3 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.2 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO**

Para llevar a cabo el cumplimiento de la *IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos* se utilizará, por una parte, el procedimiento simplificado para el cálculo del aislamiento de las redes de tuberías y, por otra parte, la *Tabla 1.2.4.2.5: "Espesores de aislamiento de conductos"*.

##### **5.4.3.1 Aislamiento de redes de tuberías**

En el procedimiento simplificado, los espesores mínimos de aislamiento térmico, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m\*K) serán los indicados en las *tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4 de la presente IT*.

En la presente IT se hace referencia al espesor mínimo que habría que colocar al utilizar materiales de conductividad térmica distinta a la de referencia. Utilizando los productos de la marca ISOVER, cuya conductividad térmica es siempre inferior a la de referencia, los espesores de aislamiento serán siempre inferiores a los valores de las tablas indicadas.

### 5.4.3.2 Cálculo de aislamiento

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se ha optado por el procedimiento simplificado.

- Material utilizado:  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$  a  $10^{\circ}\text{C}$
- Como el material utilizado tiene diferente conductividad térmica de la de referencia de las tablas ( $\lambda_{ref} = 0,04 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$  a  $10^{\circ}\text{C}$ ) se aplica la fórmula:

$$d = \frac{D}{2} \left[ \text{EXP} \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \times \text{Ln} \frac{D + 2 d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Parámetros	
<b><math>\lambda_{ref}</math></b>	Conductividad térmica de referencia, igual a $0,04 \text{ W/(m.K)}$ a $10^{\circ}\text{C}$
<b><math>\lambda</math></b>	Conductividad térmica del material empleado, en $\text{W/(m.K)}$
<b><math>d_{ref}</math></b>	Espesor mínimo de referencia, en mm
<b><math>d</math></b>	Espesor mínimo del material empleado, en mm
<b><math>D</math></b>	Diámetro interior del material aislante coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm.

*Ecuación 5-1 Cálculo del aislamiento de conductos*

Quedando los espesores definidos por las *Tablas 1.2.4.2., 1.2.4.2.2. y 1.2.4.2.4.* de la presente IT.

Los espesores utilizados en las tuberías de retorno serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.

### 5.4.3.3 Aislamiento térmico de redes de conductos

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4 % de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones. Para un material con conductividad térmica de referencia a  $10^{\circ}\text{C}$  de  $0,040 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ , serán las siguientes:

	En interiores (mm)	En exteriores (mm)
<b>Aire caliente</b>	20	30
<b>Aire frío</b>	30	50

*Tabla. 5-7 Aislamiento térmico en conductos*

Para materiales de conductividad térmica distinta de la anterior, se considerará válida la determinación del espesor mínimo aplicando las ecuaciones del *apartado 1.2.4.2.1.2. del RITE*.

Las redes de retorno se aislarán cuando discurren por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la de rocío del ambiente o cuando el conducto pase a través de locales no acondicionados.

Los conductos que estén instalados en el exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. Se prestará especial cuidado en la realización de la estanqueidad al paso del agua de lluvia.

#### 5.4.3.4 Estanqueidad de redes de conductos

Las redes de conductos tienen una estanqueidad correspondiente a la clase B.

#### 5.4.3.5 Caídas de presión en componentes

Las caídas de presión máximas admisibles serán las siguientes:

ELEMENTO	CAÍDA DE PRESIÓN (Pa)
Baterías de calentamiento	40
Baterías de refrigeración en seco	60
Baterías de refrigeración y deshumectación	120
Recuperadores de calor	80 a 120
Atenuadores acústicos	60
Unidades terminales de aire	40
Elementos de difusión de aire	40 a 200
Rejillas de retorno de aire	20
Secciones de filtración	Menor que la caída de presión admitida por el fabricante según el tipo de filtro.

*Tabla. 5-8 Caída de presión en componentes de la instalación*

Las pérdidas de presión (Pa) en los elementos escogidos son:

		Climatizador	Cocina	Gimnasio
<b>Filtros</b>	1ª Etapa	150	150	150
	2ª Etapa	250	250	250
	3ª Etapa	500	500	500
<b>Batería de calentamiento</b>		22	21	21
<b>Batería de frío</b>		30	17,6	17,6
<b>Humidificador</b>		20	35	35
<b>Mezcla</b>		25	-	25
<b>Freecoling</b>		50	50	50
<b>Silenciador</b>		80	60	55
<b>Recuperador de calor</b>		184	207	207

*Tabla. 5-9 Caídas de presión en los componentes de la climatización*

Las pérdidas de presión de las rejillas y difusores son:

	Rejillas impulsión	Rejillas de extracción	Rejillas de Retorno	Difusores
Habitaciones	15	4	4	-
Oficina	14	5	-	-
Cocina	15		-	-
Vestuario fem.gimnasio	9	6	-	-
Vestuario masc. Gimnasio	14	6	-	-
Aseos Restaurante	15	4	-	-
Cuarto Basuras	6	4	-	-
Lavandería	5	4	-	-
Almacenes	6	5	-	-
Vestíbulo independencia	15	12	-	-
Pasillo Planta primera	15	4	-	-
Cuarto de Control	6	5	-	-
Pasillos planta baja	15	4	-	-
Vestíbulo (oficinas)	9	6	-	-
Cuarto de control	6		-	-
Restaurante	-	5	-	6
Recepción	-	4	-	3
Gimnasio	-	4	-	7

*Tabla. 5-10 Caída de presión en las rejillas y difusores*

#### 5.4.3.6 Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos

La selección de las bombas de las bombas de agua y los ventiladores de aire se ha hecho para obtener el mayor rendimiento en las condiciones de funcionamiento.

#### **5.4.3.7 Eficiencia energética de los motores eléctricos**

La selección de los motores eléctricos se justificará basándose en criterios de eficiencia energética. La eficiencia deberá ser medida de acuerdo a la norma *UNE-EN 60034-2*.

### **5.5 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.4 DE CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS**

La instalación de climatización llevará un dispositivo de medición de consumo de combustible y energía eléctrica independiente del resto de instalaciones.

- Si llevarán un dispositivo de registro del número de horas de funcionamiento ya que la potencia de los generadores es superior a 70 kW.
- Las bombas y ventiladores no dispondrán de dispositivo de registro del número de arranques ya que la potencia de cada uno de ellos no supera los 20 kW.

### **5.6 EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA**

#### **5.6.1 ENFRIAMIENTO GRATUITO POR AIRE EXTERIOR**

El climatizador dispondrá de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior (freecooling).

Para el diseño de las secciones de las compuertas se han seguido los apartados 6.6 y 6.7 de la norma *UNE-EN 13053* y *UNE-EN 1751* en las cuales se sugiere:

- Velocidad frontal máxima en las compuertas de toma y expulsión de aire: 6 m/s.
- Eficiencia de temperatura en la sección de mezcla: mayor que el 75%.

#### **5.6.2 RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN**

Como el climatizador tiene un ventilador de retorno de los locales y el caudal expulsado al exterior excede de 0,5 m<sup>3</sup>/s dispondrán de un recuperador de calor.

Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático.

El caudal de aire exterior ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) y las horas anuales de funcionamiento del sistema serán:

- Climatizador planta baja: 8760 horas/año
- Caudal aire exterior: 8144  $\text{m}^3/\text{h}$

### 5.6.3 ESTRATIFICACIÓN

No procede porque en este proyecto los locales no son muy altos, siendo su altura de 3 metros.

### 5.6.4 ZONIFICACIÓN

Se ha procedido a dividir el sistema de los fancoils en 2 zonas, una por cada ala del hotel, de esta manera conseguimos tener un mayor control de la instalación.

La planta baja será climatizada por un climatizador colocado en la cubierta de la azotea. El gimnasio y la cocina poseerán un climatizador independiente.

## **5.7 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES**

A partir de la IT 1.2.4.6: El 75% de la demanda de agua caliente sanitaria será cubierta mediante la colocación de sistemas de captación, de almacenamiento y utilización de energía solar.

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección HE 4 “*Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*” del Código Técnico de la Edificación.

Por otro lado, también se llevará un aporte de energía por medio de bombas de calor geotérmicas.

## **5.8 IT1.2.4.7 DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL**

La instalación de climatización no utilizará en ningún caso la utilización de la energía eléctrica directa por “efecto Joule”.

Los locales no habitables, tales como los almacenes, cuartos de mantenimiento, cuarto de basuras no se climatizarán; sólo se llevará a cabo la adecuada ventilación de las mismas.

El mantenimiento de las condiciones higro-térmicas de los locales no utilizará procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento ni la acción simultánea de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.

La instalación no consumirá combustibles fósiles sólidos como fuente de energía.

## **5.9 CUMPLIMIENTO DE LA IT 1.2.4.3 DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS**

El Sistema de Gestión y Control considerado en el presente proyecto tiene por objeto la optimización del funcionamiento de las instalaciones desde el punto de vista tanto del consumo de energía como de la racionalización de las secuencias de funcionamiento con objeto de conseguir unos gastos de explotación mínimos, un preciso control de las condiciones de temperatura y humedad y unas óptimas condiciones de confort en todas las zonas del edificio. Además se dispondrá de información en tiempo real de todas las situaciones de avería o alarmas que se produzcan, así como del estado de funcionamiento de los equipos y lecturas de las variables controladas en la instalación. La realización de todas estas tareas se llevará a cabo mediante Controladores Microprocesados Distribuidos que permitan garantizar un funcionamiento seguro del sistema y además controlen todos los procesos de una forma rápida y eficaz.

Todo el manejo y supervisión de las instalaciones se realizará desde un Puesto de Control, basado en un ordenador tipo PC, desde el que se supervisará el funcionamiento de las instalaciones mediante pantallas gráficas con representaciones esquemáticas de las mismas que permiten de una manera fácil la operación de todo el sistema. En las diferentes zonas de se dispondrá de sondas de temperatura y humedad en ambiente y se realizarán tomas de datos de estos parámetros para su presentación mediante gráficos de tendencias. Estos datos se almacenarán en ficheros exportables a diferentes formatos (Hoja de cálculo, Texto, Otros formatos), mediante la aplicación MS-Export integrada en el Sistema de Gestión Metasys.

Los objetivos del Sistema de Gestión en el presente proyecto serán:

- Control óptimo de las condiciones de confort en las zonas climatizadas, supervisadas permanentemente desde el Puesto de Control.
- Asegurar las operaciones de arranque/parada de todos los equipos supervisados por el Sistema de Control mediante horarios predefinidos o por eventos.
- Supervisión del correcto funcionamiento de los equipos y totalización del número de horas de servicio de los mismos con vistas a su mantenimiento.
- Monitorización de las señales de campo procedentes de los sistemas controlados, que posibiliten la regulación y control de la eficiencia del funcionamiento de las instalaciones de acuerdo a parámetros predefinidos.
- Supervisión desde el Puesto Central de todas las instalaciones existentes y controladas desde el Sistema de Gestión.



- Análisis rápido y eficaz de las instalaciones, proporcionando datos que permitan tomar decisiones de una forma eficaz.
- Controladores Microprocesados que mejoran la seguridad del sistema y aceleran el proceso de control.
- Gestión de alarmas que permite al usuario tener conocimiento inmediato de las situaciones de anomalía que se puedan presentar en la instalación.
- Capacidad de ampliación, incluso permitiendo controlar otras instalaciones no consideradas inicialmente (Alumbrado, etc).
- Capacidad de control y supervisión remotos de las instalaciones del edificio utilizando las tecnologías de Internet incorporadas de forma estándar en el propio Sistema de Gestión y Control.

Todos los dispositivos, tanto en red local como vía remota, permitirán el acceso a la información sobre los estados de cada punto de control y a los informes de datos de aplicación, o ejecutarán funciones de control sobre cualquiera de los demás dispositivos de la red.

El Puesto de Operador existente trabajará bajo protecciones mediante códigos de accesos individuales y definibles por el usuario. La información presentada en el Puesto de Control estará basada en la utilización de gráficos dinámicos en color con actualización de la información de los mismos en tiempo real.

Se controlará de forma automática las centrales de producción de agua fría y caliente con sus bombas primarias y secundarias, Climatizadores, Extractores, etc).

En las zonas climatizadas mediante fan-coils, se dispondrá de control mediante termostato ambiente con actuación sobre las velocidades del ventilador y las válvulas de 3 vías de la batería del fan-coil. Los fan-coils estarán agrupados en cada planta de forma que desde el Sistema de Gestión se dispondrá de actuación sobre ellos mediante programación horaria.

### **5.9.1 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE GESTIÓN**

Para la gestión de alarmas, éstas se agruparán por categorías según diferentes prioridades, para separar las alarmas críticas de las que no lo son. En caso de que se presente la condición de alarmas múltiples, se muestran primero las de prioridad más alta. En caso de instalaciones fuera de servicio por horario o por mantenimiento, los informes de alarmas se inhibirán en estos casos en los objetos seleccionados por el usuario. La situación de alarma se establecerá al superar un valor analógico, por fallo de realimentación de una señal de mando, equipo fuera de línea, por cambio de estado, etc. La alarma se direccionará al equipo correspondiente (Puesto de Operador, Impresora, etc), en función del tipo de instalación donde se originó la alarma, prioridad de ésta, hora del día, estado y reconocimiento.

En las actividades de mantenimiento de las instalaciones controladas desde el Sistema de Gestión, se incluirán registros de totalización y sumarios de horas de funcionamiento o número de eventos. Cuando se sobrepase el valor límite fijado, se producirán el disparo de alarmas de mantenimiento a nivel del Puesto de Operador, que indiquen al operador del sistema que es necesario realizar alguna tarea de mantenimiento.

Mediante la utilidad de análisis de tendencias, se definirán registros de tendencias para cada objeto. Los datos históricos y de tendencias se guardarán automáticamente en el disco duro de la Estación de Trabajo (PC), según los criterios establecidos por el operador. Toda esta información se almacenará en un formato de base de datos estándar compatible con el software comercial de tratamiento de bases de datos u hojas de cálculo (Excel, Access, etc.). Se podrán programar tomas de muestras con frecuencias desde 1 segundo hasta 1 semana, con representación gráfica de varias muestras de datos simultáneas. El sistema dispondrá de capacidad para realizar cálculos estadísticos sobre los valores de las muestras tomadas: Valor medio, Selección de valores máximo/mínimo, Desviación típica, Suma de valores, Varianza, etc.

### **5.9.2 CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN:**

La instalación térmica se dotará del sistema de control automático necesario para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

Los sistemas formados por diferentes subsistemas dispondrán de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de éstos en función del régimen de ocupación, sin que se vean afectadas el resto de instalaciones.

Las válvulas de control automático se seleccionarán de manera que, con el caudal máximo de proyecto y la válvula abierta, la pérdida de presión que se produzca en la misma esté comprendida entre 0,6 y 1,3 veces la pérdida del elemento controlado.

La temperatura del fluido portador a la salida de las unidades de producción se mantendrá constante, independientemente de la demanda y de las condiciones exteriores.

El control de la secuencia de funcionamiento de los generadores de calor o frío se hará de modo que, al disminuir la demanda y alcanzar la temperatura de consigna en el circuito primario, se reducirá la potencia entregada por los generadores por escalones hasta alcanzar el valor mínimo permitido. Si la demanda requerida fuese inferior a dicho valor, se procederá a la parada de los generadores hasta que el depósito de inercia alcance una temperatura insuficiente (ya sea porque el agua caliente se haya enfriado o porque el agua

fría se haya calentado), momento en que se procederá al arranque de un generador con el mínimo de su potencia. Si la potencia entregada fuera todavía insuficiente para la demanda, se ordenará entregar más potencia y, al alcanzar el valor máximo, arrancar el segundo generador.

Los ventiladores incorporarán un dispositivo indirecto (sondas de presión diferencial) para la medición y el control del caudal de aire, así como para la regulación de su velocidad.

#### **5.9.2.1 Control de las propiedades termo-higrométricas**

De acuerdo con la capacidad del sistema de climatización propuesto, el sistema se clasifica, a efectos de aplicación de la IT 1.2.4.3.2 *Control de las condiciones termo-higrométricas*, en la categoría THM-C 5, al estar el sistema capacitado para llevar a cabo el control de la ventilación, calentamiento, refrigeración, humidificación y deshumidificación. Estas dos últimas propiedades se evaluarán para la humedad relativa media de cada planta del edificio.

#### **5.9.2.2 Control de la calidad del aire interior:**

Los sistemas de ventilación y climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad de aire interior.

### **5.9.3 CONTROL DE INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PREPARACIÓN DE ACS**

El equipamiento de control para la preparación de ACS será:

- Control de la temperatura de agua de la red de tubería en el punto hidráulicamente más alejado del acumulador.
- Control de temperatura de acumulación.
- Control para efectuar el tratamiento del choque térmico.
- Control de funcionamiento de tipo diferencial en la circulación forzada del primario de las instalaciones de energía solar térmica. Alternativamente al control diferencial se podrán emplear sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
- Control de seguridad para los usuarios.

#### **5.9.3.1 Producción de agua caliente para climatización y acs mediante calderas y paneles solares.**

La producción de agua caliente para climatización se realizará por medio de calderas. Para realizar el control y monitorización de la producción de agua

caliente se preverán sondas de temperatura a la entrada y salida de las calderas, y en la impulsión y retorno general. También se tomará la temperatura exterior mediante sonda de temperatura de instalación en intemperie.

Para evitar inconvenientes originados por mala combustión se prevé la instalación de termostatos para temperatura de humos (pirostatos) instalados en chimeneas de calderas.

La potencia calorífica total es entregada a la instalación mediante dos calderas, representando una 1/3 de la potencia y la otra 2/3.

En el caso de producción de ACS se preverán sondas de temperatura en los acumuladores y en impulsión a consumo.

El aporte de potencia para producción de ACS procedente de calderas se regulará por medio de válvula de tres vías mezcladora que regulará el caudal a través del intercambiador mediante lazo proporcional en función de la comparación entre temperatura de consigna y temperatura en acumuladores y secundario del intercambiador.

La bomba de retorno siempre estará en funcionamiento, alternando el uso según horas de funcionamiento.

El caudal de los circuitos secundarios de calefacción de los fancoils será regulado mediante variadores de velocidad incorporados en el motor de las bombas. La información al control será facilitada por sondas de presión diferencial situadas entre la impulsión y el retorno.

#### **5.9.4 INSTALACIÓN SOLAR.**

El sistema de control instalado es del tipo con depósito de acumulación solar, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control está ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado. Así se asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3 °C superior a la de congelación del fluido.

El llenado de la instalación con glicol a través del grupo de presión, se realizará de forma manual por el personal de mantenimiento, no se integra en el sistema de gestión.

### **5.9.5 SISTEMA ANTILEGIONELA.**

Para el cumplimiento del Real Decreto para el control de legionela, se programará la siguiente rutina, cuyo funcionamiento podrá ser iniciado mediante un horario propio, con el fin de que se aplique de forma automática semanalmente y en horas nocturnas para no desfavorecer el aprovechamiento solar diurno.

El fin de este tratamiento es que en toda la acumulación de ACS y acumulación solar, así como en los circuitos de distribución, el agua alcance una temperatura de 70°C o superior (temperatura de consigna modificable por el usuario) durante al menos 2 horas.

### **5.9.6 PRODUCCIÓN DE AGUA ENFRIADA PARA CLIMATIZACIÓN.**

La producción de agua enfriada para climatización se realizará por medio de enfriadoras. Para realizar el control y monitorización de la producción de agua enfriada se preverán sondas de temperatura a la entrada y salida de las enfriadoras, y en la impulsión y retorno general.

También se tomará la temperatura exterior mediante sonda de temperatura de instalación en intemperie.

Para el funcionamiento del sistema de producción de agua fría, se establecerá un horario de funcionamiento diario (con posibilidad de programarse anualmente).

La consigna de producción de agua fría, fijada en la sonda del colector podrá ser fija o variable, es decir:

- FIJA: el usuario fija un valor constante, por ejemplo 7°C, haciendo que el control mantenga en marcha los equipos hasta alcanzar en la temperatura intermedia del colector dicha temperatura.
- VARIABLE: el usuario fija una temperatura y el sistema de gestión realiza una compensación a la consigna en función de la temperatura

exterior según la función adjunta o similar. En el control propio de las plantas enfriadoras se fijará una temperatura de salida fija de 7°C, siendo el sistema de gestión quien regule el funcionamiento de estas con la orden de marcha/paro. Ya que se dispone de dos enfriadoras, el control se realizará por dos etapas de funcionamiento, una etapa con una enfriadora funcionando y una segunda etapa con las dos enfriadoras, alternando el funcionamiento de estas según horas de funcionamiento. El caudal de los circuitos secundarios de agua enfriada será regulados mediante variadores de velocidad incorporados en el motor de las bombas. La información al control será facilitada por sondas de presión diferencial situadas entre la impulsión y el retorno.

### **5.9.7 CLIMATIZADOR**

Se controlará a nivel local y remoto desde el puesto central la marcha y paro de los ventiladores, así como el estado de funcionamiento de los mismos. Se generarán alarmas en caso de no coincidencia entre la orden y el estado de funcionamiento de los ventiladores

Se controlará la temperatura de retorno de las unidades, secuenciando el funcionamiento de las válvulas de dos vías de las baterías de frío y de calor. Mediante una sonda de temperatura exterior, se controlará la apertura de las compuertas del free-cooling comparando esta con la temperatura de retorno.

Mediante presostatos diferenciales será posible generar una alarma de filtro sucio cuando el nivel de colmatación supere una presión diferencial de acuerdo a consigna facilitada por el fabricante.

El control del sistema descrito en este apartado se realizará por controladores autónomos de planta climatizadora extendidos con posibilidad de comunicación vía bus con el supervisor, así como de ampliación de señales mediante módulos de expansión, cuyas características se describirán en apartados posteriores. La representación del control del climatizador se puede ver en en el plano P- 22: *Control del climatizador*.

### **5.9.8 VENTILADORES - EXTRACTORES.**

Se controlará a nivel local y remoto desde el puesto central la marcha y paro de los ventiladores, así como el estado de funcionamiento de los mismos. Se generarán alarmas en caso de no coincidencia entre la orden y el estado de funcionamiento de los ventiladores.

### **5.9.9 OTRAS INSTALACIONES.**

Se recogerán en el sistema de control centralizado información de diferentes instalaciones:

- **Grupo de presión de incendios**

El sistema de control reflejará en pantalla el nivel de los depósitos (MINIMO/MAXIMO) así como alarmas generales del grupo de presión que pueden ser recogidas del propio grupo o presostato.

- **Central de detección**

Se integrará un contacto de la central de incendios (ED) que informará al sistema de gestión de incendio en el edificio. Esta señal reflejará una alarma en el puesto y detendrá todas las ventilaciones de aire primario y climatizadores, así como los extractores en caso de que funcionen.

## 6. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN



## ÍNDICE CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN

<b>6. CÁLCULOS CLIMATIZACIÓN.....</b>	<b>175</b>
<b>6.1 CAUDALES DE AIRE .....</b>	<b>177</b>
6.1.1 CAUDALES DE AIRE EN LOCALES CLIMATIZADOS .....	177
6.1.2 CAUDALES DE AIRE EN LOCALES NO CLIMATIZADOS.....	177
<b>6.2 CÁLCULOS DE POTENCIAS HABITACIONES .....</b>	<b>180</b>
6.2.1 POTENCIA FRIGORÍFICA.....	180
6.2.2 POTENCIA CALORÍFICA HABITACIONES.....	189
6.2.3 RESUMEN POTENCIAS TÉRMICAS DE LAS HABITACIONES .....	192
<b>6.3 SELECCIÓN DE FANCOILS.....</b>	<b>194</b>
<b>6.4 CÁLCULO CLIMATIZADOR .....</b>	<b>195</b>
6.4.1 SISTEMA TODO AIRE.....	195
6.4.2 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR.....	198
6.4.3 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR .....	206
6.4.4 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR GIMNASIO.....	211
6.4.5 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR GIMNASIO .....	218
6.4.6 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR COCINA .....	223
6.4.7 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR COCINA.....	228
<b>6.5 POTENCIAS CLIMATIZADORES .....</b>	<b>230</b>
<b>6.6 RESUMEN DE POTENCIAS NECESITADAS .....</b>	<b>231</b>
<b>6.7 CALCULO DE CONDUCCIONES DE AGUA.....</b>	<b>232</b>
6.7.1 DIÁMETRO DE LAS CONDUCCIONES DE AGUA DE RAMALES DE LOS FANCOILS.....	232
6.7.2 CALCULO DE CONDUCCIONES HIDRÁULICAS PARA FANCOILS .....	235
<b>6.8 CÁLCULO DE BOMBAS .....</b>	<b>238</b>
6.8.1 BOMBA CIRCUITO FANCOILS.....	239
6.8.2 BOMBAS DEMÁS CIRCUITOS .....	240
<b>6.9 GENERACIÓN DE FRÍO .....</b>	<b>241</b>
<b>6.10 GENERACIÓN DE CALOR.....</b>	<b>242</b>
<b>6.11 VASOS DE EXPANSIÓN .....</b>	<b>243</b>
6.11.1 VASO DE EXPANSIÓN (CIRCUITO FRÍO) .....	243
6.11.2 VASO DE EXPANSIÓN (CIRCUITO CALIENTE) .....	244
6.11.3 CALCULO DEL DEPÓSITO DE INERCIA .....	245
<b>6.12 CÁLCULO VOLUMEN DE AGUA DE LOS CONDUCTOS .....</b>	<b>246</b>

## 6.1 CAUDALES DE AIRE

### 6.1.1 CAUDALES DE AIRE EN LOCALES CLIMATIZADOS

A continuación, se muestran los caudales de aire, en los que se ha calculado de la misma manera que para las habitaciones dando los siguientes resultados:

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)
Oficina	180	1052,22158	872,221576
Restaurante	5874,4	8099,55699	2225,15699
Vestíbulo	1009,8	4068,96346	3059,16346
Gimnasio	889,8	3509,05	2619,2
Cocina	1200	2721,35611	-
Vestuario femenino	270	526,174548	-
Vestuario masculino	270	403,40712	-
Aseos restaurante	540	705,728163	-

Tabla. 6-1 Caudales de aire en locales climatizados

### 6.1.2 CAUDALES DE AIRE EN LOCALES NO CLIMATIZADOS

La cocina estará a depresión, al igual que el cuarto de basuras, los aseos y la lavandería. En todos los locales solo se extrae aire, no existe retorno, para evitar olores.

La depresión en estos locales será de un 40 % del caudal de ventilación.

$$Q_{EXTRACCIÓN} = Q_{VENTILACIÓN} + Q_{DEPRESIÓN}$$

#### 6.1.2.1 Cuarto de basuras

Recinto	Superficie ( m <sup>2</sup> )	Caudal de ventilación 0,7(l/s) x m <sup>2</sup>	Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Caudal de depresión (m <sup>3</sup> /h)	Caudal extracción (m <sup>3</sup> /h)
Cuarto de basuras	32,1	22,47	80,892	32,3568	113,2488

Tabla. 6-2 Caudal de aire en el cuarto de basuras

### 6.1.2.2 Lavandería

Recinto	Superficie ( m <sup>2</sup> )	Caudal de ventilación 5(l/s) x m <sup>2</sup>	Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Caudal de depresión (m <sup>3</sup> /h)	Caudal extracción (m <sup>3</sup> /h)
Lavandería	30,2	151	543,6	217,44	761,04

*Tabla. 6-3 Caudal de aire en la lavandería*

### 6.1.2.3 Aseos de hall

Recinto	Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h )	Caudal de depresión (m <sup>3</sup> /h)	Caudal extracción (m <sup>3</sup> /h)
Aseos Restaurante Masc.	540	216	756
Vestuario Gimnasio Masc.	270	108	378
Vestuario Gimnasio Fem.	270	108	378

*Tabla. 6-4 caudal de aire en aseos*

### 6.1.2.4 Almacenes

El los demás locales, como los almacenes, estarán sometidos a una sobrepresión del 40%.

Recinto	Superficie ( m <sup>2</sup> )	Caudal de ventilación 0,7(l/s) m <sup>2</sup>	Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h )	Caudal de sobrepresión (m <sup>3</sup> /h)	Caudal impulsión (m <sup>3</sup> /h )
Almacén 1	28,2	19,74	71,064	28,4256	99,4896
Almacén 2	9,2	6,44	23,184	9,2736	32,4576
Almacén 3	18,2	12,74	45,864	18,3456	64,2096
Almacén 4	9,2	6,44	23,184	9,2736	32,4576
Almacén 5	18,2	12,74	45,864	18,3456	64,2096
Almacén 6	13,5	9,45	34,02	13,608	47,628
Almacén cocina	4,8	3,36	12,096	4,8384	16,9344
Cuarto de control	23,8	16,66	59,976	23,9904	83,9664

*Tabla. 6-5 Caudales de aire en almacenes*

### 6.1.2.5 Pasillos

Recinto	Superficie ( m <sup>2</sup> )	Caudal de ventilación 12,5 (l/s) m <sup>2</sup>	Caudal de ventilación (m <sup>3</sup> /h )	Caudal de sobrepresión (m <sup>3</sup> /h)	Caudal impulsión (m <sup>3</sup> /h )
Vestíbulo independencia	75,9	948,75	3415,5	1366,2	4781,7
Vestíbulo pasillo (oficinas)	8,3	103,75	373,5	149,4	522,9
Pasillo	110,5	1381,25	4972,5	1989	6961,5
Pasillo 2	110,5	1381,25	4972,5	1989	6961,5
Pasillo 2 (Planta primera)	273	3412,5	12285	4914	17199

*Tabla. 6-6 Caudal de aire en pasillos y zonas comunes*

## 6.2 CÁLCULOS DE POTENCIAS HABITACIONES

En los sistemas aire-agua se utilizan simultáneamente caudales de agua y de aire. El aire se aporta para ventilar el edificio (aportación de aire primario para garantizar la calidad del aire interior). El agua es el fluido utilizado para conseguir las condiciones de confort térmicas requeridas en el local. Dado que los sistemas aire-agua combinan la utilización de dos fluidos primarios para hacer la aportación térmica, además de las dos unidades o centrales de calor y frío, es necesario que haya dos equipos intermedios para hacer la conexión con las unidades terminales: una red de tuberías de agua y una red de conductos para la distribución del aire. Los sistemas aire-agua que se ha llevado a cabo son por medio de fancoils.

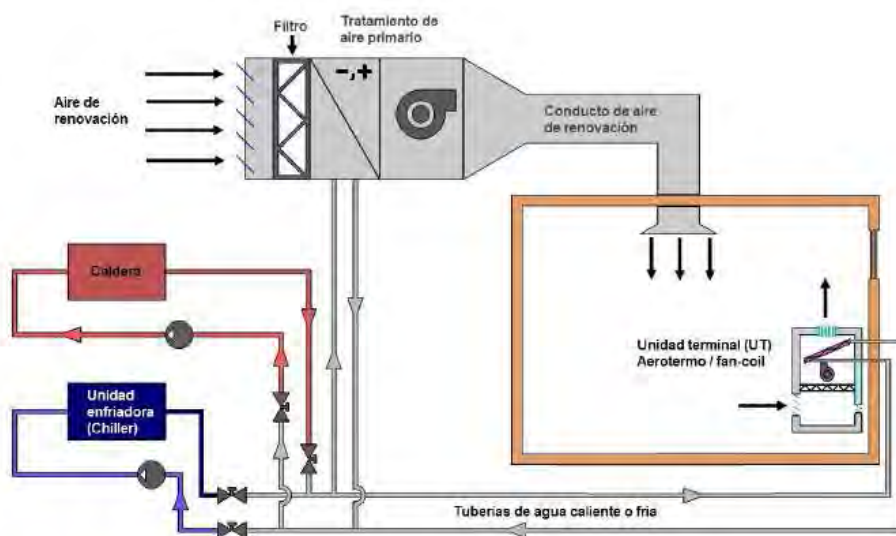


Figura 6-1 Esquema aire-agua

### 6.2.1 POTENCIA FRIGORÍFICA

El cálculo del caudal de aire de ventilación se realizara usando distintos criterios según la zona a climatizar.

Para las habitaciones usaremos el criterio del tipo de la cantidad de personas que van a ocupar cada habitación y el uso que van a hacer. Tanto el comedor como la recepción dependerán del grado de actividad en ellos.

Calcularemos el caudal de impulsión de con las siguientes formulas, se tomará el caudal de impulsión que sea mayor:

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$

$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - FB) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

Parámetros	
$Q_i$	Caudal de impulsión, m <sup>3</sup> /h
FB	Factor de by-pass = 0,2
$T_{HABITACIÓN}$	Temperatura de la habitación en °C
$T_1$	Temperatura de impulsión o temperatura de rocío de la batería
$W_1$	Humedad absoluta, g/ kg a.s (Impulsión)
$W_{HABITACIÓN}$	Humedad en la habitación
CSE	Calor sensible efectivo, en kcal/h
CLE	Calor latente efectivo, en kcal/h

Ecuación 6-1. Cálculo del caudal de impulsión

Calcularemos para la **habitación 5 de planta baja**, para el resto se calculan de la misma manera.

Como datos tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Carga sensible } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 986,47 \\ \text{Carga latente } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 225,1 \\ Q_v \left( \frac{m^3}{h} \right) = 111,6 \end{array} \right.$$

A continuación calcularemos el Calor sensible efectivo y el calor latente efectivo por medio de las fórmulas:



#### Determinación del **calor sensible efectivo**

$$C_{SE} = C_S + Q_V \times FB \times 0,3 \times (T_{EXT} - T_{HABITACIÓN})$$

$$C_{SE} = 986,47 + [111,6 \times 0,2 \times 0,3 \times (34,2 - 24)] = 1054,76 \text{ kcal/h}$$



#### Determinación del **calor latente efectivo**

$$C_{LE} = C_L + Q_V \times FB \times 0,7 \times (W_{EXT} - W_{HABITACIÓN})$$

$$C_{LE} = 225,1 + [111,6 \times 0,2 \times 0,7 \times (11,15 - 9,3)] = 253,99 \text{ kcal/h}$$

El término **FCSHE (Factor de calor sensible)** se calcula de la siguiente manera:

$$FCSHE = \frac{C_{SE}}{C_{SE} + C_{LE}} = \frac{965,05}{965,05 + 253,99} = 0,8059$$

Condiciones de la habitación:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_i = 24^\circ\text{C} \\ \text{Humedad} = 50\% \end{array} \right.$$

Si unimos los puntos que representan las condiciones de la habitación, con el punto que representa el factor de carga sensible efectivo de la habitación, obtenemos la recta de carga efectiva de la habitación. Si la prolongamos de nuevo hasta el punto de saturación, hallaremos el punto número 1 (el punto de rocío).

Tal y como podemos observar en el diagrama, las condiciones del punto número 1 son las siguientes:

$$\text{Punto de rocío} \left\{ \begin{array}{l} T_{rb} = 10,3^{\circ}\text{C} \\ W_{rb} = 7,79 \text{ g/Kg a.s} \\ HR = 100\% \end{array} \right.$$

El caudal de impulsión será:



#### Primer método:

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$

$$Q_I = \frac{1054,76}{(1 - 0,2) \times 0,3 \times (24 - 10,3)} = 320,79 \frac{m^3}{h}$$



#### Segundo método:

$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - 0,2) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

$$Q_I = \frac{253,99}{(1 - 0,2) \times 0,7 \times (9,3 - 7,79)} = 300,37 \frac{m^3}{h}$$

Vemos como los caudales son muy parecidos. Tomamos el  $Q_I$  de  $320,79 \text{ m}^3/\text{h}$ . Cogemos el caudal de  $350 \text{ m}^3/\text{h}$  como caudal de impulsión real, es el caudal de aire que suministra el fancoil de la casa Ferroli Modelo 50 a velocidad baja.

Las habitaciones estarán a sobrepresión, mientras que los baños estarán en depresión

$$Q_{PRIMARIO} = Q_V = 111,6 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de retorno será:

$$Q_{RETORNO} = Q_{FANCOIL} - Q_{PRIMARIO} = 350 - 111,6 = 238,4 \frac{m^3}{h}$$

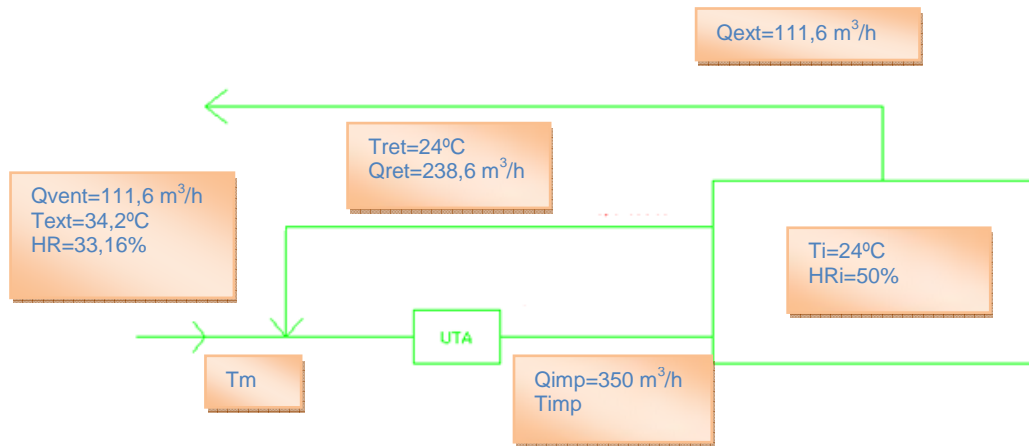


Figura 6-2 Esquema de los caudales de aire de la habitación 5 PB

De la misma manera se calcularán las demás habitaciones

Una vez conocidos los caudales de aire de impulsión y retorno se calcula el caudal de agua fría, así como las condiciones de esta, que pasara a través de las baterías, necesario para lograr la temperatura deseada y contrarrestar las cargas calculadas. Para ello se calcula las condiciones en el punto de mezcla de aire exterior con el aire de retorno de la habitación.



**La Temperatura media ( $T_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$T_m = \frac{[(Q_{RET} \times T_{HAB}) + (Q_{PRI} \times T_{EXT})]}{Q_{IMP}} = \frac{[238,4 \times 24) + (111,6 \times 34,2)]}{350} = 27,25^\circ\text{C}$$



**La humedad media ( $W_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{[(Q_{RET} \times W_{HAB}) + (Q_{PRI} \times W_{EXT})]}{Q_{IMP}} = \frac{[238,4 \times 9,3) + (111,6 \times 11,15)]}{350} = 9,88\text{g/kg}$$

Por medio del diagrama psicométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 43,77%**.

Si unimos el punto de mezcla obtenido, con el punto 1 mediante una recta, podemos hallar el punto de impulsión real que deberá tener la instalación. El punto de corte entre la recta que une el punto de mezcla y el punto 1 con la recta de carga de la habitación será el punto de impulsión real.

Si detallamos ese punto en el diagrama obtenemos que:

$$T_{imp}=13,69^\circ\text{C}$$

También se puede calcular por medio de la fórmula:



$$f = \frac{t_{imp} - t_{rb}}{t_m - t_{rb}}$$

Despejando la temperatura de impulsión:

$$t_{imp} = t_{rb} + 0,2 * (t_m - t_{rb}) = 10,3 + 0,2 * (27,25 - 10,3) = 13,69 \text{ °C}$$

La **W<sub>imp</sub>** se obtiene por medio del diagrama psicométrico,

$$W_{imp}=8,3 \text{ g/kg a.s.}$$

**La potencia frigorífica** se puede calcular por medio de dos métodos:

$$PF = [Q_{imp} * (1 - FB) * 0,3 * (T_m - T_1)] + [Q_{imp} * (1 - FB) * 0,7 * (W_m - W_1)]$$

$$PF = [350 * (1 - 0,2) * 0,3 * (27,25 - 10,3)] + [350 * (1 - 0,2) * 0,7 * (9,88 - 7,79)] = 1835,57 \text{ frig/h}$$

El segundo método:

$$PF = [Q_{imp} * 0,3 * (T_m - T_{imp})] + [Q_{imp} * 0,7 * (W_m - W_{imp})]$$

$$PF = [350 * 0,3 * (27,25 - 13,69)] + [350 * 0,7 * (9,98 - 8,3)] = 1813,51 \text{ frig/h}$$

Los resultados son muy parecidos. Tomamos el mayor, ya que es el caso más restrictivo.

$$**PF = 1835,57 frig/h**$$



Una vez calculada la potencia frigorífica es necesario determinar los caudales de agua necesarios.

Para el dimensionamiento de las tuberías es necesario calcular previamente la cantidad de agua caliente y fría que va a ser necesaria para cumplir con las solicitudes de carga de cada uno de las habitaciones.

Son estos haces de tubos, que mediante el intercambio de calor, enfrían o calientan el aire que será impulsado por el fancoil ya sea en invierno o en verano

Por lo tanto primeramente calcularemos el caudal de agua necesario para cumplir las cargas de invierno.

Sabemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Potencia frigorífica (W)} = Q_{\text{agua}}(\text{l/h}) \times C_e \times \Delta T \\ \Delta T_{\text{verano}} = T_{\text{salida}} - T_{\text{entrada}} = 12 - 7 = 5^{\circ}\text{C} \\ Q_{\text{agua}}(\text{l/h}) = \frac{\text{Potencia Total (kcal/h)}}{\Delta T} = \frac{1835,57}{5} = 367,11 \end{array} \right.$$

Realizando el mismo proceso con cada habitación obtenemos la siguiente tabla en la próxima página.

PLANTA BAJA																
	Qv (m³/h)	Qretorno (m³/h)	Q ext total (m³/h)	TRb (°C)	Wrb (g/kg a.s.)	Tm (°C)	Wm (g/kg a.s.)	HR (%)	T imp. (°C)	Wimp (g/kg a.s.)	Pot. Frig.1 (kcal/h)	Pot. Frig. 2 (kcal/h)	Pot. Frig. Mayor (kcal/h)	Pot.frig (w)	ΔT	Caudal l/h
HABITACIÓN 1	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 2	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 3	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 4	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 5	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 6	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 7	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 8	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 9	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABITACIÓN 10	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 11	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 12	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 13	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 14	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 15	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 16	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 17	111,60	238,40	133,20	10,3	7,79	27,25	9,89	43,81	13,69	8,30	1835,57	1813,52	1835,57	2134,39	5	367,11
HABIATCIÓN 18	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 19	111,60	238,40	133,20	10,4	7,84	27,25	9,89	43,81	13,77	8,30	1817,37	1805,12	1817,37	2113,23	5	363,47
HABITACIÓN 20	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,65	9,78	43,81	13,85	8,42	1968,33	1945,72	1968,33	2288,76	5	393,67

PLANTA PRIMERA																
	Qv (m <sup>3</sup> /h)	Qret (m <sup>3</sup> /h)	Q ext total (m <sup>3</sup> /h)	TRb (°C)	Wrb (g/kg a.s.)	Tm (°C)	Wm (g/kg a.s.)	HR (%)	T imp (°C)	Wim (g/kg a.s.)	Pot. Frig.1 (kcal/h)	Pot. Frig. 2 (kcal/h)	Pot. Frig. Mayor (kcal/h)	Pot.frig (w)	ΔT	Caudal l/h
HABITACIÓN 1	111,60	288,40	133,20	10,8	8,05	26,85	9,82	44,54	14,01	8,55	1936,01	1894,92	1936,01	2251,18	5	387,20
HABITACIÓN 2	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 3	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 4	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 5	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 6	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 7	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 8	111,60	288,40	133,20	10,6	7,97	26,85	9,82	44,54	13,85	8,55	1973,13	1914,12	1973,13	2294,34	5	394,63
HABITACIÓN 9	111,60	288,40	133,20	10,3	7,79	26,85	9,82	44,54	13,61	8,55	2042,25	1942,92	2042,25	2374,71	5	408,45
HABITACIÓN 10	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 11	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	1968,33	1909,32	1968,33	2288,76	5	393,67
HABITACIÓN 12	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	2086,80	2021,19	2086,80	2426,51	5	393,67
HABITACIÓN 13	111,60	288,40	133,20	10,8	8,05	26,85	9,82	44,54	14,01	8,55	2052,05	2005,71	2052,05	2386,11	5	387,20
HABITACIÓN 14	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	2086,80	2021,19	2086,80	2426,51	5	393,67
HABITACIÓN 15	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	2086,80	2021,19	2086,80	2426,51	5	393,67
HABITACIÓN 16	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	2086,80	2021,19	2086,80	2426,51	5	393,67
HABITACIÓN 17	111,60	288,40	133,20	10,3	7,79	26,85	9,82	44,54	13,61	8,55	2166,26	2057,31	2166,26	2518,91	5	408,45
HABIATCIÓN 18	111,60	288,40	133,20	10,8	8,05	26,85	9,82	44,54	14,01	8,55	2052,05	2005,71	2052,05	2386,11	5	387,20
HABITACIÓN 19	111,60	288,40	133,20	10,65	7,97	26,85	9,82	44,54	13,89	8,55	2086,80	2021,19	2086,80	2426,51	5	393,67
HABITACIÓN 20	111,60	288,40	133,20	10,9	8,11	26,85	9,82	44,54	14,09	8,55	2027,29	1995,39	2027,29	2357,31	5	382,59

### 6.2.2 POTENCIA CALORÍFICA HABITACIONES

Para calcular la potencia calorífica de los fancoils, primero calcularemos las pérdidas:

$$Pérdidas = \text{Calor sensible en invierno}$$

Y por lo tanto, se necesitará una **potencia calorífica** de:

$$\text{Potencia calorífica} = \text{Pérdidas} + Q_v \times 0,3 \times (T_{hab} - T_{ext}) =$$

$$\text{Potencia calorífica} = 1022,72 + 111,6 \times 0,3 \times (21 - 2,9) = 1628,70 \text{ kcal/h}$$

El cálculo del caudal necesario es:

$$\Delta T_{\text{invierno}} = T_{\text{entrada}} - T_{\text{salida}} = 70 - 60 = 10^\circ\text{C}$$

$$\text{Potencia calorífica} \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right) = Q_{\text{agua}}(\text{l/h}) \times C_e \times \Delta T$$

de esta fórmula se despeja el **caudal de agua**, por lo que:

$$Q_{\text{agua}}(\text{l/h}) = \frac{\text{Potencia Total} \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)}{\Delta T} = \frac{1628,70}{10} = 162,87$$

Realizando el mismo proceso con cada habitación obtenemos la siguiente tabla:

PLANTA BAJA								
	Carga sensible (kcal/h)	Caudal vent (m <sup>3</sup> /h)	Thab (°C)	Text (°C)	Potencia calorífica (kcal/h)	Potencia calorífica (w)	ΔT	Caudal (l/h)
HABITACIÓN 1	1107,01	111,60	21	2,90	1712,99	1991,85	10	171,30
HABITACIÓN 2	1028,55	111,60	21	2,90	1634,54	1900,62	10	163,45
HABITACIÓN 3	1032,85	111,60	21	2,90	1638,84	1905,63	10	163,88
HABITACIÓN 4	1033,10	111,60	21	2,90	1639,09	1905,92	10	163,91
HABITACIÓN 5	1022,72	111,60	21	2,90	1628,71	1893,84	10	162,87
HABITACIÓN 6	1030,43	111,60	21	2,90	1636,42	1902,81	10	163,64
HABITACIÓN 7	1022,72	111,60	21	2,90	1628,71	1893,84	10	162,87
HABITACIÓN 8	1020,80	111,60	21	2,90	1626,79	1891,62	10	162,68
HABITACIÓN 9	1012,58	111,60	21	2,90	1618,57	1882,06	10	161,86
HABITACIÓN 10	1098,39	111,60	21	2,90	1704,38	1981,83	10	170,44
HABITACIÓN 11	1113,48	111,60	21	2,90	1719,47	1999,38	10	171,95
HABITACIÓN 12	1051,57	111,60	21	2,90	1657,56	1927,39	10	165,76
HABITACIÓN 13	1056,86	111,60	21	2,90	1662,85	1933,55	10	166,29
HABITACIÓN 14	1051,57	111,60	21	2,90	1657,56	1927,39	10	165,76
HABITACIÓN 15	1052,82	111,60	21	2,90	1658,81	1928,84	10	165,88
HABITACIÓN 16	1052,12	111,60	21	2,90	1658,11	1928,04	10	165,81
HABITACIÓN 17	1032,58	111,60	21	2,90	1638,57	1905,31	10	163,86
HABIATCIÓN 18	1056,87	111,60	21	2,90	1662,86	1933,56	10	166,29
HABITACIÓN 19	1052,82	111,60	21	2,90	1658,81	1928,84	10	165,88
HABITACIÓN 20	1134,93	111,60	21	2,90	1740,92	2024,33	10	174,09

PLANTA PRIMERA								
	Carga sensible (kcal/h)	Caudal ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Thab (°C)	Text (°C)	Potencia calorífica (kcal/h)	Potencia calorífica (w)	ΔT	Caudal (l/h)
HABITACIÓN 1	1069,12	111,60	21	2,90	1675,10	1947,80	10	167,51
HABITACIÓN 2	990,66	111,60	21	2,90	1596,65	1856,56	10	159,66
HABITACIÓN 3	995,12	111,60	21	2,90	1601,11	1861,76	10	160,11
HABITACIÓN 4	995,69	111,60	21	2,90	1601,68	1862,41	10	160,17
HABITACIÓN 5	985,31	111,60	21	2,90	1591,30	1850,34	10	159,13
HABITACIÓN 6	993,18	111,60	21	2,90	1599,17	1859,50	10	159,92
HABITACIÓN 7	985,31	111,60	21	2,90	1591,30	1850,34	10	159,13
HABITACIÓN 8	983,87	111,60	21	2,90	1589,86	1848,68	10	158,99
HABITACIÓN 9	975,49	111,60	21	2,90	1581,48	1838,93	10	158,15
HABITACIÓN 10	1062,47	111,60	21	2,90	1668,46	1940,07	10	166,85
HABITACIÓN 11	1073,19	111,60	21	2,90	1679,18	1952,53	10	167,92
HABITACIÓN 12	1011,46	111,60	21	2,90	1617,44	1880,75	10	161,74
HABITACIÓN 13	1016,75	111,60	21	2,90	1622,74	1886,91	10	162,27
HABITACIÓN 14	1011,46	111,60	21	2,90	1617,44	1880,75	10	161,74
HABITACIÓN 15	1012,53	111,60	21	2,90	1618,52	1882,00	10	161,85
HABITACIÓN 16	1012,01	111,60	21	2,90	1618,00	1881,39	10	161,80
HABITACIÓN 17	992,47	111,60	21	2,90	1598,46	1858,67	10	159,85
HABITACIÓN 18	1012,40	111,60	21	2,90	1618,38	1881,84	10	161,84
HABITACIÓN 19	1012,53	111,60	21	2,90	1618,52	1882,00	10	161,85
HABITACIÓN 20	1095,67	111,60	21	2,90	1701,66	1978,67	10	170,17



### 6.2.3 RESUMEN POTENCIAS TÉRMICAS DE LAS HABITACIONES

PLANTA BAJA										
Recinto	CARGA REFRIGERACIÓN				CARGA CALEFACCIÓN		POTENCIAS			
	Sensible	Latente	Total		Total		Frigorífica	Frigorífica	Calorífica	Calorífica
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)
HABITACIÓN 1	1050,89	225,57	1276,46	1484,252895	1107,01	1287,217399	1817,37	2113,23	1712,99	1991,854608
HABITACIÓN 2	998,40	225,32	1223,72	1422,934419	1028,55	1195,985323	1835,57	2134,39	1634,54	1900,622533
HABITACIÓN 3	1007,69	225,57	1233,26	1434,018837	1032,85	1200,990203	1835,57	2134,39	1638,84	1905,627412
HABITACIÓN 4	1006,60	225,57	1232,17	1432,754093	1033,10	1201,278211	1835,57	2134,39	1639,09	1905,91542
HABITACIÓN 5	986,47	225,09	1211,56	1408,793151	1022,72	1189,20667	1835,57	2134,39	1628,71	1893,843879
HABITACIÓN 6	1005,36	225,57	1230,92	1431,304907	1030,43	1198,175264	1835,57	2134,39	1636,42	1902,812473
HABITACIÓN 7	987,62	225,09	1212,72	1410,136942	1022,72	1189,20667	1835,57	2134,39	1628,71	1893,843879
HABITACIÓN 8	984,24	225,09	1209,33	1406,197791	1020,80	1186,982086	1835,57	2134,39	1626,79	1891,619296
HABITACIÓN 9	965,18	224,62	1189,80	1383,488419	1012,58	1177,423137	1835,57	2134,39	1618,57	1882,060347
HABITACIÓN 10	1019,24	224,85	1244,09	1446,612174	1098,39	1277,197674	1817,37	2113,23	1704,38	1981,834884
HABITACIÓN 11	1032,51	223,91	1256,42	1460,952593	1113,48	1294,742333	1817,37	2113,23	1719,47	1999,379542
HABITACIÓN 12	1038,13	224,85	1262,98	1468,587105	1051,57	1222,754719	1817,37	2113,23	1657,56	1927,391928
HABITACIÓN 13	1049,57	225,09	1274,66	1482,161488	1056,86	1228,912533	1817,37	2113,23	1662,85	1933,549742
HABITACIÓN 14	1037,42	224,85	1262,27	1467,757116	1051,57	1222,754719	1817,37	2113,23	1657,56	1927,391928
HABITACIÓN 15	1038,28	224,85	1263,13	1468,758372	1052,82	1224,207682	1817,37	2113,23	1658,81	1928,844891
HABITACIÓN 16	1037,54	224,85	1262,40	1467,902035	1052,12	1223,398742	1817,37	2113,23	1658,11	1928,035952
HABITACIÓN 17	989,31	223,91	1213,22	1410,718535	1032,58	1200,6763	1835,57	2134,39	1638,57	1905,31351
HABITACIÓN 18	1049,57	225,09	1274,66	1482,161488	1056,87	1228,924161	1817,37	2113,23	1662,86	1933,56137
HABITACIÓN 19	1038,28	224,85	1263,13	1468,758372	1052,82	1224,207682	1817,37	2113,23	1658,81	1928,844891
HABITACIÓN 20	1094,35	225,09	1319,45	1534,239965	1134,93	1319,69121	1968,33	2288,76	1740,92	2024,328419

PLANTA PRIMERA										
Recinto	CARGA REFRIGERACIÓN				CARGA CALEFACCIÓN		POTENCIAS			
	Sensible	Total	Total		Total		Frigorífica	Frigorífica	Calorífica	Calorífica
	(kcal/h)	(kcal/h)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)	(kcal/h)	(w)
HABITACIÓN 1	1127,47	225,57	1353,04	1573,298791	1069,12	1243,159099	1936,01	2251,18	1675,10	1947,796308
HABITACIÓN 2	1074,98	225,32	1300,30	1511,980314	990,66	1151,927023	1968,33	2288,76	1596,65	1856,564233
HABITACIÓN 3	1083,94	225,57	1309,51	1522,682674	995,12	1157,117803	1968,33	2288,76	1601,11	1861,755012
HABITACIÓN 4	1084,33	225,57	1309,89	1523,130605	995,69	1157,777611	1968,33	2288,76	1601,68	1862,41482
HABITACIÓN 5	1065,27	225,09	1290,36	1500,421233	985,31	1145,70607	1968,33	2288,76	1591,30	1850,343279
HABITACIÓN 6	1080,64	225,57	1306,21	1518,848919	993,18	1154,860564	1968,33	2288,76	1599,17	1859,497773
HABITACIÓN 7	1063,24	225,09	1288,33	1498,063012	985,31	1145,70607	1968,33	2288,76	1591,30	1850,343279
HABITACIÓN 8	1058,88	225,09	1283,97	1492,99086	983,87	1144,039186	1973,13	2294,34	1589,86	1848,676396
HABITACIÓN 9	1040,15	224,62	1264,77	1470,663547	975,49	1134,294337	2042,25	2374,71	1581,48	1838,931547
HABITACIÓN 10	1097,44	224,85	1322,29	1537,542012	1062,47	1235,428775	1968,33	2288,76	1668,46	1940,065984
HABITACIÓN 11	1107,16	223,91	1331,06	1547,745663	1073,19	1247,895533	1968,33	2288,76	1679,18	1952,532742
HABITACIÓN 12	1111,73	224,85	1336,58	1554,168128	1011,46	1176,110719	2086,80	2426,51	1617,44	1880,747928
HABITACIÓN 13	1123,89	225,09	1348,98	1568,585674	1016,75	1182,268533	2052,05	2386,11	1622,74	1886,905742
HABITACIÓN 14	1111,74	224,85	1336,60	1554,181302	1011,46	1176,110719	2086,80	2426,51	1617,44	1880,747928
HABITACIÓN 15	1112,92	224,85	1337,77	1555,551442	1012,53	1177,360882	2086,80	2426,51	1618,52	1881,998091
HABITACIÓN 16	1111,87	224,85	1336,72	1554,326221	1012,01	1176,754742	2086,80	2426,51	1618,00	1881,391952
HABITACIÓN 17	1063,63	223,91	1287,53	1497,129547	992,47	1154,0323	2166,26	2518,91	1598,46	1858,66951
HABIATCIÓN 18	1123,89	225,09	1348,98	1568,585674	1012,40	1177,203742	2052,05	2386,11	1618,38	1881,840952
HABITACIÓN 19	1112,92	224,85	1337,77	1555,551442	1012,53	1177,360882	2086,80	2426,51	1618,52	1881,998091
HABITACIÓN 20	1172,22	225,09	1397,32	1624,787744	1095,67	1274,035814	2027,29	2357,31	1701,66	1978,673023

### 6.3 SELECCIÓN DE FANCOILS

Una vez calculadas las potencias térmicas necesarias tanto en invierno como en verano, así como los caudales de agua y de aire necesarios para satisfacer las condiciones de confort de las habitaciones, se eligen los equipos de fancoils.

El sistema de tuberías está compuesto por dos tubos (fría y caliente, entrada y salida). A la hora de determinar el fancoil se decidió fijar la velocidad del ventilador a velocidad baja de tal forma que el nivel de ruido se mantiene bajo para el confort del usuario.

Se colocará un fancoil Ferroli modelo VNO 50 de falso techo en cada habitación del hotel. En total se podrán 19 fancoils en la planta baja.

Se colocarán 21 fancoils Ferroli modelo VNO 40 de falso techo en cada habitación del hotel de la planta primera y también en la habitación 20 de la planta baja.

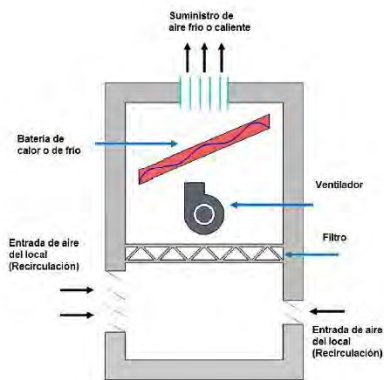


Figura 6-4 Sistema de fancoils

## 6.4 CÁLCULO CLIMATIZADOR

### 6.4.1 SISTEMA TODO AIRE

El suministro de aire en las condiciones de diseño se realiza por medio de un climatizador que suministra aire a las zonas, permite alcanzar un altísimo grado de confort, calidad y seguridad, así como realizar el ajuste de las propiedades termodinámicas del aire con precisión. Además permite una zonificación y la recuperación de energía.

Los sistemas de renovación de aire se encargan de garantizar la calidad del aire en el interior del edificio para la respiración y para evitar olores o concentraciones de gases emitidos por el mobiliario o las personas entre otros factores. Los sistemas mecánicos de renovación de aire producen una depresión constante en el edificio a través de un extractor, que suele ser un ventilador axial o centrífugo, expulsando así el aire del interior del edificio de forma controlada y al mismo tiempo se encarga de introducir aire no viciado y tratado para conseguir las condiciones deseadas en el interior.

Descripción general del sistema de climatización por medio de un climatizador situado en la azotea:

- Las máquinas encargadas de la producción de calor o frío serán calderas de gas y enfriadoras eléctricas respectivamente. Una bomba de calor geotérmica será encargada de suministrar parte de la potencia necesitada.
- La distribución del aire de impulsión y retorno se realizará a través de conductos, saliendo por difusores y entrando por rejillas.

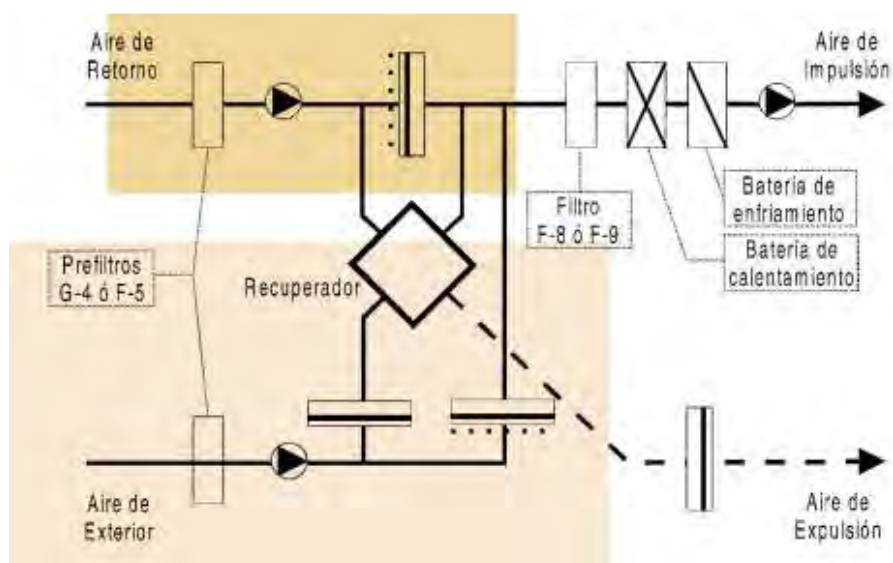


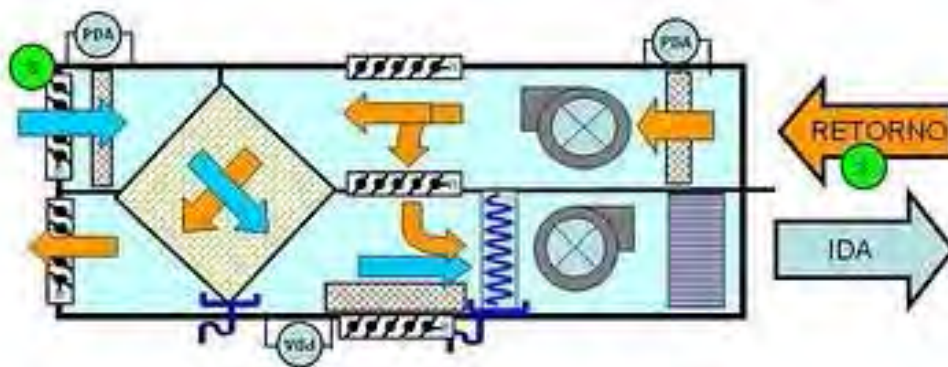
Figura 6-5 Sistema de freecooling



### **Elementos del climatizador:**

El climatizador se encargará de filtrar el aire, ajustar sus condiciones de temperatura y humedad. Para llevar a cabo todas estas acciones deberán disponer de los siguientes elementos:

- Freecooling.
- Recuperador de calor.
- Ventiladores de impulsión y de retorno.
- Filtro y prefiltro.
- Baterías de calor y de frío.
- Humectador.



*Figura 6-6 Climatizador mezcla con recuperación*

Además, de acuerdo a la IT 1.2.4.5.2 *Recuperación de calor del aire de extracción del RITE*: “En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , se recuperará la energía del aire expulsado.

Por estas razones, se colocará una sección de free-cooling (enfriamiento gratuito por aire exterior, cuando las condiciones sean favorables).



### **Control de las propiedades de diseño:**

La variación del volumen de aire se hace mediante cajas reguladoras de caudal de aire, instaladas antes de los difusores de salida de aire de cada sala o local condicionado. En función de la temperatura de sala respecto a la temperatura de consigna se da paso a más o menos caudal de aire.

La variación de la temperatura se realiza regulando el caudal de agua que pasa por la batería de agua del climatizador. Al variar este caudal se baja o se sube la temperatura del aire a la salida de la unidad de tratamiento de aire, según el régimen de funcionamiento. También se puede actuar directamente sobre la unidad generadora de frío o calor para que dé más o menos temperatura de salida del agua. Pero esto no se acostumbra a hacer ya que las enfriadoras están diseñadas para obtener temperaturas del agua de  $7^\circ\text{C}$ , y normalmente no están preparadas para variar las condiciones del ciclo frigorífico. La variación

de temperatura del agua enfriada vendría dada variando el caudal de refrigerante mediante la válvula de expansión termostática



### **Pérdidas de carga:**

La máxima pérdida de carga en la impulsión del climatizador se debe a la suma de las pérdidas de carga en el tramo más desfavorable, la pérdida de presión del difusor que impulsa el aire y las pérdidas de presión de los componentes del climatizador.

La pérdida de carga en el retorno se calculará de la misma manera que la de impulsión.



### **Ventajas:**

- Filtración, humectación y deshumectación centralizados.
- Funcionamiento silencioso: todos los aparatos móviles se encuentran situados en un espacio común y reducido, lo que permite un tratamiento acústico más sencillo.
- Todo el aire de retorno pasa por la unidad de tratamiento central, por lo que sufre una nueva filtración y corrección de la humedad, redundando en una mayor calidad del aire.
- Mantenimiento centralizado: filtros, sistemas de humectación y deshumectación, intercambiadores de calor y aparatos móviles están ubicados en un mismo local.

### 6.4.2 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR

Partiendo de los mismos caudales de aire, ventilación, impulsión y recirculación obtendremos el caudal y las condiciones del agua fría que se bombea a los equipos de refrigeración.

El cálculo del caudal de aire de ventilación se realizara usando distintos criterios según la zona a climatizar.

Para las habitaciones usaremos el criterio del tipo de la cantidad de personas que van a ocupar cada habitación y el uso que van a hacer. Tanto el comedor como la recepción dependerán del grado de actividad en ellos.

LOCAL	Qv (m³/h)	Qimp (m³/h)	Q extracción locales (m³/h)
Oficina	180	1052,22158	1052,22158
Restaurante	5874,4	8099,55699	8099,55699
Recepción	1009,8	4068,96346	4068,96346
Vestuario femenino	270	526,174548	-
Vestuario masculino	270	403,40712	-
Aseos restaurante	540	705,72	-
<b>TOTAL</b>	<b>8144</b>	<b>14856</b>	<b>13220</b>

Tabla. 6-7 Caudales de aire de los recintos climatizados

El caudal de retorno se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{impulsión}} - Q_{\text{ventilación}} = 14856 - 8144 = 6712 \text{ m}^3/\text{h}$$

Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>RETORNO</sub></b>	Caudal de retorno
<b>Q<sub>IMPULSIÓN</sub></b>	Caudal de impulsión
<b>FB</b>	Factor de by-pass = 0,2
<b>T<sub>HABITACIÓN</sub></b>	Temperatura de la habitación en 24°C;
<b>T<sub>EXTERIOR</sub></b>	Temperatura exterior = 34,2°C
<b>T<sub>MEZCLA</sub></b>	Temperatura mezcla en °C
<b>T<sub>ROCIO BAT.</sub></b>	Temperatura de rocío de la batería en °C
<b>T<sub>IMP</sub></b>	Temperatura impulsión en °C
<b>W<sub>EXTERIOR</sub></b>	Humedad exterior=11,15 g/ kg a.s.
<b>W<sub>HABITACIÓN</sub></b>	Humedad en la habitación = 9,3 g/ kg a.s.
<b>CS</b>	Calor sensible = 49168 kcal/h
<b>CL</b>	Calor latente = 15235 kcal/h
<b>CSE</b>	Calor sensible efectivo, en kcal/h
<b>CLE</b>	Calor latente efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-8 Datos Cálculo Climatizador en verano



Hay que tener en cuenta que no existe aire de retorno procedente de los aseos, vestuarios y cocina.

	Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)
<b>CLIMATIZADOR</b>	8144	14856	6712

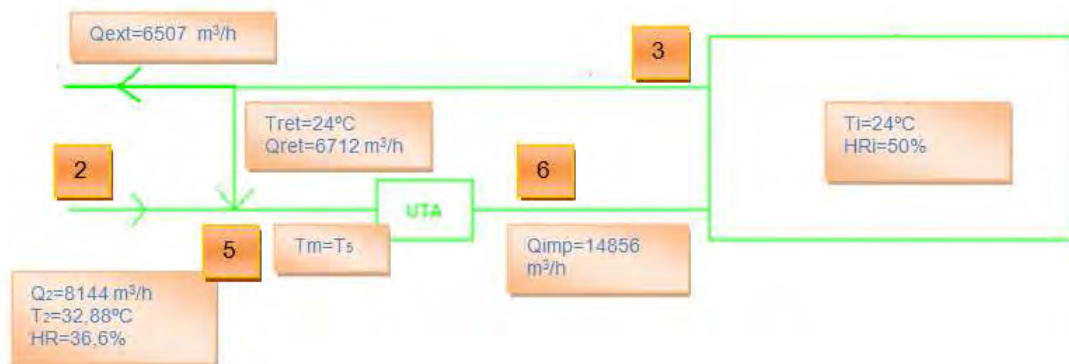


Figura 6-7 Esquema de los caudales de aire de los locales (verano)

Calcularemos el **caudal de impulsión** de con las siguientes formulas, de la misma manera que se hizo con las habitaciones, se tomará el caudal de impulsión que sea mayor:

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$

$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - FB) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

Como datos tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Carga sensible } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 49168 \\ \text{Carga latente } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 15235 \\ Q_v \left( \frac{m^3}{h} \right) = 8144 \end{array} \right.$$



A continuación calcularemos el calor sensible efectivo y el calor latente efectivo por medio de las fórmulas:



#### Determinación del calor sensible efectivo

$$C_{SE} = C_S + Q_V \times FB \times 0,3 \times (T_{EXT} - T_{HABITACIÓN})$$

$$C_{SE} = 49168 + [8200 \times 0,2 \times 0,3 \times (34,2 - 24)] = 54187 \text{ kcal/h}$$



#### Determinación del calor latente efectivo

$$C_{LE} = C_L + Q_V \times FB \times 0,7 \times (W_{EXT} - W_{HABITACIÓN})$$

$$C_{LE} = 152356 + [8200 \times 0,2 \times 0,7 \times (11,15 - 9,3)] = 17359 \text{ kcal/h}$$

El término **FCSHE** se calcula de la siguiente manera:

$$FCSHE = \frac{C_{SE}}{C_{SE} + C_{LE}} = \frac{54187}{54187 + 17359} = 0,757$$

Las condiciones interiores son:

- humedad relativa es del 50%.
- Temperatura interior: 24°C

Si unimos los puntos que representan las condiciones interiores, con el punto que representa el factor de carga sensible efectivo de la habitación, obtenemos la recta de carga efectiva. Si la prolongamos de nuevo hasta el punto de saturación, hallaremos el punto de rocío. Las condiciones del punto de rocío son las siguientes:

$$\text{Punto de rocío} \left\{ \begin{array}{l} T_{rb} = 9^{\circ}\text{C} \\ W_{rb} = 7,13 \text{ g/Kg a.s} \end{array} \right.$$

**PUNTO 3**

El caudal de retorno, es el precedente a:

LOCAL	Q extracción locales (m <sup>3</sup> /h)
Oficina	1052,22158
Restaurante	8099,55699
Recepción	4068,96346
<b>TOTAL</b>	<b>13220</b>

Por lo que las condiciones en ese punto serán:

$$\text{Punto 3} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_3 = 24 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ W_3 = 9,30 \text{ g/Kg a.s} \end{array} \right.$$

**RECUPERADOR**

En el recuperador rotativo se da el siguiente proceso:

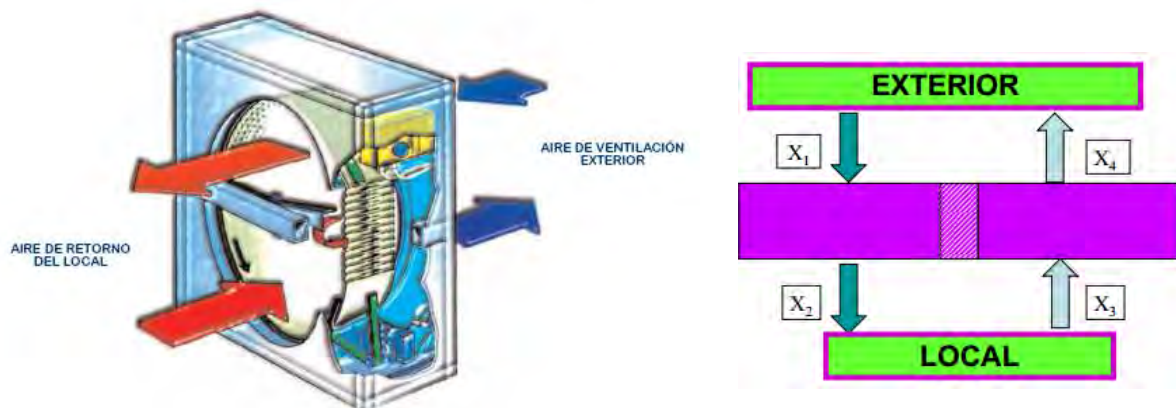


Figura 6-8 Recuperador de calor

La eficiencia se define como:

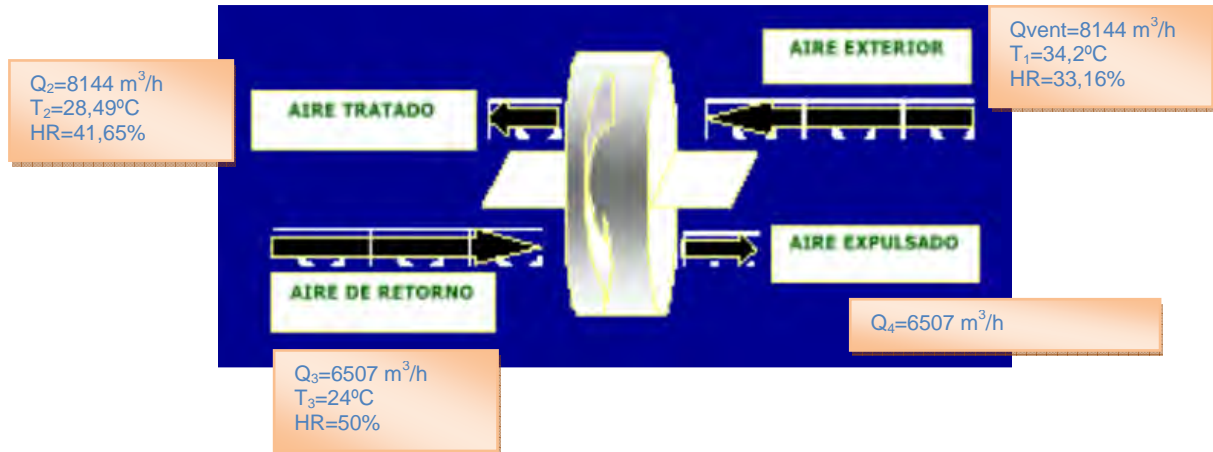
$$\epsilon = \frac{\text{Cantidad de energía recuperada}}{\text{Cantidad de energía recuperable}}$$

También viene representada por la siguiente ecuación:

$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_1 - X_2)}{Q_{min} \times (X_1 - X_3)}$$

Parámetros	
$Q_{VENT}$	Caudal de ventilación
$Q_{min}$	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
X	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía

A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 70%, dando lugar a:

$$T_2 = T_1 - \frac{\epsilon \times Q_{min} \times (T_1 - T_3)}{Q_{vent}} = 34,2 - \frac{0,7 \times 6507 \times (34,2 - 24)}{8144} = 28,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = w_1 - \frac{\epsilon \times Q_{min} \times (w_1 - w_3)}{Q_{vent}} = 11,15 - \frac{0,7 \times 6507 \times (11,15 - 9,3)}{8144} = 10,11 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 41,65 %**.

#### PUNTO 5

Se produce la mezcla del caudal de ventilación y de retorno procedente de los locales climatizados.

	Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)
CLIMATIZADOR	8144	14856	6712
Temperatura	28,49		24
Humedad	10,11		9,30



La **temperatura de mezcla** se calcula:

$$T_m = T_2 = \frac{[(Q_3 \times T_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times T_2)]}{Q_{\text{imp}}} = \frac{[6712 \times 24] + (8144 \times 28,49)}{14856} = 26,46^\circ\text{C}$$



La **humedad mezcla ( $W_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{[(Q_3 \times W_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times W_2)]}{Q_{\text{IMP}}} = \frac{[6712 \times 9,30] + (8144 \times 10,11)}{14856} = 9,74 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 45,74%**.

#### PUNTO 6

Si unimos el punto de mezcla obtenido, con el punto de rocío mediante una recta, podemos hallar el punto de impulsión real que deberá tener la instalación.

Se puede calcular por medio de la fórmula:

$$f = \frac{t_{\text{imp}} - t_{rb}}{t_m - t_{rb}}$$

Despejando **la temperatura de impulsión:**

$$t_{\text{imp}} = t_{rb} + 0,2 * (t_m - t_{rb}) = 9 + 0,2 * (26,46 - 9) = 12,49^\circ\text{C}$$

La  **$W_{\text{imp}}$**  se obtiene por medio del diagrama psicométrico,

$W_{\text{imp}} = 7,5 \text{ g/kg a.s.}$

	Punto impulsión	Punto Mezcla	Punto Mim
T (°C)	12,49	26,46	26,46
W(g/kg.a.s)	7,5	9,74	7,5
H (kJ/kg)	31,42	51,28	45,58
v (m³/kg)	0,8188	0,8619	0,8589

Tabla. 6-9 Propiedades de los diferentes puntos del circuito del climatizador

**Potencia de la batería de frío:**

Por último, para escoger el grupo frigorífico que necesitamos, es necesario conocer la potencia frigorífica que ésta deberá ser capaz de aportar. Se calcula con las siguientes fórmulas:

$$P_{sensible} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{Mimp}}{V_{Mimp}} - \frac{H_{imp}}{V_{imp}} \right) = 14856 \times \left( \frac{10,90}{0,8589} - \frac{7,51}{0,8188} \right) \times 1,163 = 60,79 \text{ kW}$$

$$P_{latente} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{mezcla}}{V_{mezcla}} - \frac{H_{Mimp}}{V_{Mimp}} \right) = 14856 \times \left( \frac{12,26}{0,8619} - \frac{10,90}{0,8589} \right) \times 1,163 = 26,5 \text{ kW}$$

$$P_{total} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{mezcla}}{V_{mezcla}} - \frac{H_{imp}}{V_{imp}} \right) = 14856 \times \left( \frac{12,26}{0,8619} - \frac{7,51}{0,8188} \right) \times 1,163 = 87,29 \text{ kW}$$

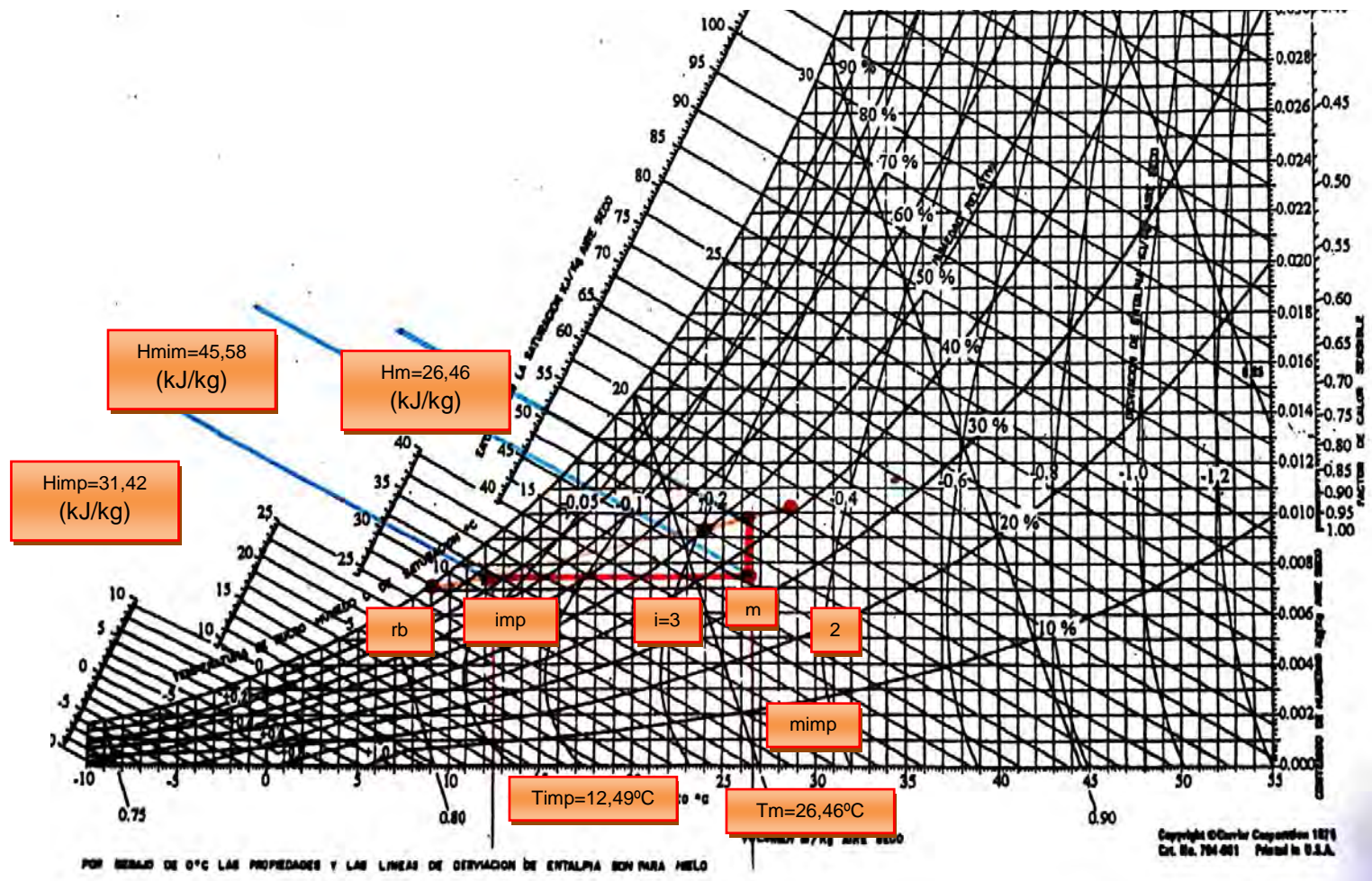


Figura 6-9. Diagrama psicrométrico de refrigeración por Climatizador



### 6.4.3 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR

Partiendo de los mismos caudales de aire, ventilación, impulsión y recirculación se realiza un procedimiento similar que en verano para obtener el caudal y las condiciones del agua caliente que se bombea a los equipos.

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)
<b>CLIMATIZADOR</b>	8144	14856	6712
<b>Temperatura</b>	2,90		21
<b>Humedad</b>	4,19		7,73

Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>RETORNO</sub></b>	Caudal de retorno
<b>Q<sub>IMPULSIÓN</sub></b>	Caudal de impulsión
<b>FB</b>	Factor de by-pass = 0,2
<b>T<sub>HABITACIÓN</sub></b>	Temperatura de la habitación en 21°C;
<b>T<sub>EXTERIOR</sub></b>	Temperatura exterior = 2,90°C
<b>T<sub>MEZCLA</sub></b>	Temperatura mezcla en °C
<b>T<sub>ROCIO BAT.</sub></b>	Temperatura de rocío de la batería en °C
<b>T<sub>IMP</sub></b>	Temperatura impulsión en °C
<b>W<sub>EXTERIOR</sub></b>	Humedad exterior=4,19 g/ kg a.s.
<b>W<sub>HABITACIÓN</sub></b>	Humedad en la habitación = 7,73 g/ kg a.s.
<b>CS</b>	Calor sensible
<b>CSE</b>	Calor sensible efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-10 Datos cálculo climatizador en invierno

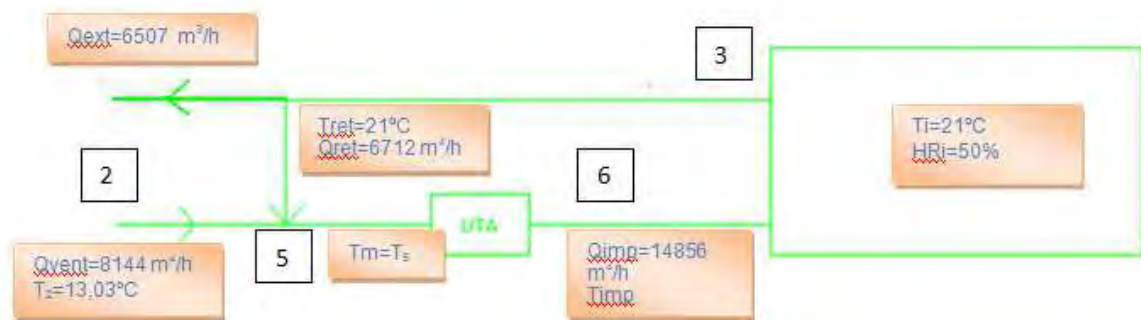


Figura 6-10 Esquema de los caudales de aire de los locales (invierno)

Necesitamos conocer las condiciones del punto de mezcla:

### PUNTO 3

El caudal de retorno, es el precedente a:

	Q extracción locales (m³/h)	Q retorno (m³/h)
Oficina	1052,22158	
Restaurante	8099,55699	
Vestíbulo	4068,96346	
<b>Total</b>	<b>13220</b>	<b>6712</b>

Por lo que las condiciones en ese punto serán:

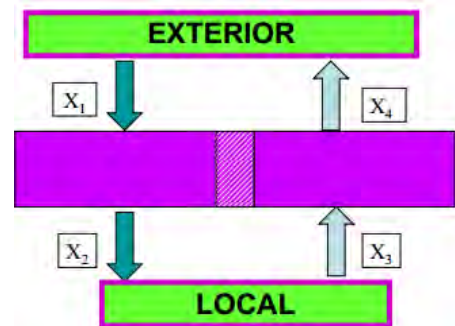
$$\text{Punto 3} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_3 = 21 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ W_3 = 7,73 \text{ g/Kg a.s} \end{array} \right.$$

### RECUPERADOR

Se calcula de la misma forma que anteriormente.

La eficiencia se define como:

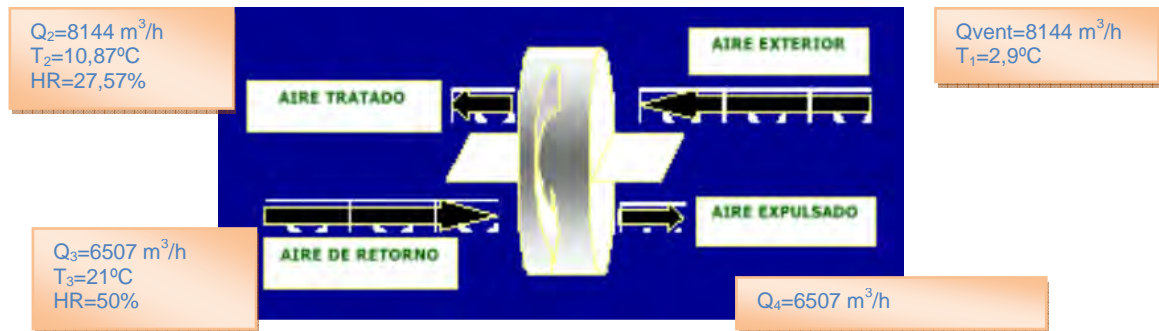
$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_2 - X_1)}{Q_{\min} \times (X_3 - X_1)}$$



Parámetros	
$Q_{\text{VENT}}$	Caudal de ventilación
$Q_{\min}$	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
$X$	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía



A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 70%, dando lugar a :

$$T_2 = T_1 + \frac{\epsilon \times Q_{\min} \times (T_3 - T_1)}{Q_{\text{vent}}} = 2,9 + \frac{0,7 \times 6507 \times (21 - 2,9)}{8144} = 13,03 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = w_1 + \frac{\epsilon \times Q_{\min} \times (w_3 - w_1)}{Q_{\text{vent}}} = 4,19 + \frac{0,7 \times 6507 \times (7,73 - 4,19)}{8144} = 6,16 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 66,08 %**.

## PUNTO 5



**La temperatura de mezcla** se calcula:

$$T_m = T_5 = \frac{[(Q_3 \times T_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times T_2)]}{Q_2} = \frac{[6712 \times 21] + (8144 \times 13,03)}{14856} = 16,63^\circ\text{C}$$

Para obtener la humedad relativa de este punto, se emplea el diagrama psicrométrico sabiendo que estará en la recta que une los puntos interior (3) y el punto 2 (después del recuperador) que ya están perfectamente definidos.

	Exterior (1)	Recuperador (2)	Interior (3)
T (°C)	2,90	13,03	21
W(g/kg.a.s)	4,19	6,16	7,73
H (kJ/kg)	13,40	28,61	40,63
v (m³/kg)	0,78	0,8187	0,84

La carga sensible en invierno se obtiene al sumar la carga sensible individual de cada local climatizado:

Recinto	Sensible Total (kcal/h)
OFICINA	2086,85
RESTAURANTE	33384,98
RECEPCION	9773,54
VESTUARIO FEMENINO	1872,87
VESTUARIO MASCULINO	1708,96
ASEOS RESTAURANTE	3164,37
<b>TOTAL</b>	<b>51991,57</b>



**La humedad mezcla ( $W_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{[(Q_3 \times W_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times W_2)]}{Q_{IMP}} = \frac{[6712 \times 7,73] + (8144 \times 6,16)}{14856} = 6,86 \text{ g/kg}$$

#### PUNTO 6

A continuación, se calcula la temperatura de impulsión. Para determinar las condiciones del punto de impulsión:

$$Q_{\text{calefacción}} = Q_{imp} \times 0,3 \times (T_{imp} - T_{interior})$$

Despejando  $T_{imp}$ :

$$T_{imp} = \frac{Q_{\text{calefacción}}}{Q_{imp} \times 0,3} + T_{interior} = \frac{51991,57}{14856 \times 0,3} + 21 = 32,66^\circ\text{C}$$

Como la humedad relativa de la mezcla es similar a la de impulsión obtenemos el resto de condiciones del aire de impulsión

$$W_{imp} = 6,86 \text{ g/kg}$$

Por lo que el punto de impulsión posee una humedad relativa de 22,38 %.

Además, en invierno, hace falta llevar a cabo una humectación. Esta actuación sólo se lleva a cabo si la humedad relativa del punto de impulsión resulta menor del 40%.

Se observa que la humedad relativa del aire es más baja de la deseada, lo que provoca que en el interior de la sala el aire sea muy seco. Para solucionarlo se humecta ese aire inyectando vapor de agua en el caudal de aire de impulsión.

La humectación se va a realizar mediante generadores de vapor para tener un control más exacto de la humedad que hay que proporcionar, y así evitar tener que poner una batería de precalentamiento.

Para calcular la cantidad de vapor de agua necesario se aplica la siguiente fórmula.

$$Md = 1,2 \times Q_{imp} \times (H_i - H_m) = 1,2 \times 14856 \times (7,73 - 6,86) = 15509,66 \text{ g/h}$$

Por lo tanto, se necesitará una **potencia calorífica** de:

$$\text{Potencia calorífica} = Q_{imp} \times 0,3 \times (T_{imp} - T_m) = 14856 \times 0,3 \times (32,66 - 16,63) = 71442,50 \text{ kcal/h}$$

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)	Verano			Invierno
				Potencia sensible (kW)	Potencia latente (kW)	Potencia Total (kW)	Potencia (kW)
CLIMATIZADOR	8144	14856	6712	60,79	26,5	87,29	83,072

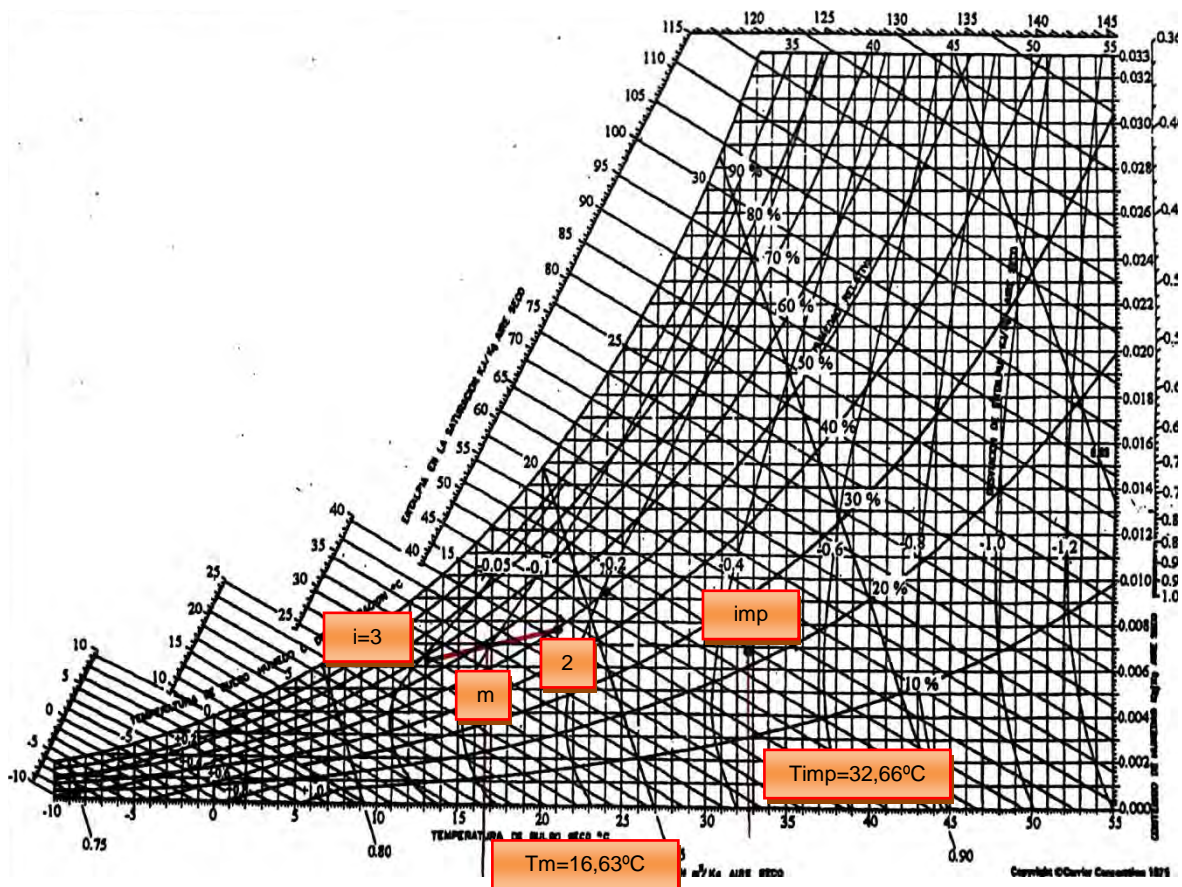


Figura 6-11. Diagrama psicrométrico calefacción por medio del Climatizador

#### 6.4.4 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR GIMNASIO

Partiendo de los mismos caudales de aire, ventilación, impulsión y recirculación obtendremos el caudal y las condiciones del agua fría que se bombea a los equipos de refrigeración para la climatización del gimnasio.

LOCAL	Qv (m³/h)	Qimp (m³/h)
Gimnasio	889,8	3509,05

Tabla. 6-11 Caudal de aire del gimnasio

El caudal de retorno se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{impulsión}} - Q_{\text{ventilación}} = 3509,05 - 889,8 = 2619,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Parámetros	
Q <sub>VENT</sub>	Caudal de ventilación
Q <sub>RETORNO</sub>	Caudal de retorno
Q <sub>IMPULSIÓN</sub>	Caudal de impulsión
FB	Factor de by-pass = 0,2
T <sub>GIMASIO</sub>	Temperatura de la habitación en 19°C;
T <sub>EXTERIOR</sub>	Temperatura exterior = 34,2°C
T <sub>MEZCLA</sub>	Temperatura mezcla en °C
T <sub>ROCIO BAT.</sub>	Temperatura de rocío de la batería en °C
T <sub>IMP</sub>	Temperatura impulsión en °C
W <sub>EXTERIOR</sub>	Humedad exterior=11,15 g/ kg a.s.
W <sub>HABITACIÓN</sub>	Humedad en la habitación = 8,2 g/ kg a.s.
CS	Calor sensible = 9034 kcal/h
CL	Calor latente = 4348,69 kcal/h
CSE	Calor sensible efectivo, en kcal/h
CLE	Calor latente efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-12 Datos Cálculo Climatizador en verano.

	Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)
CLIMATIZADOR GIMNASIO	889,8	3509,05	2619,2

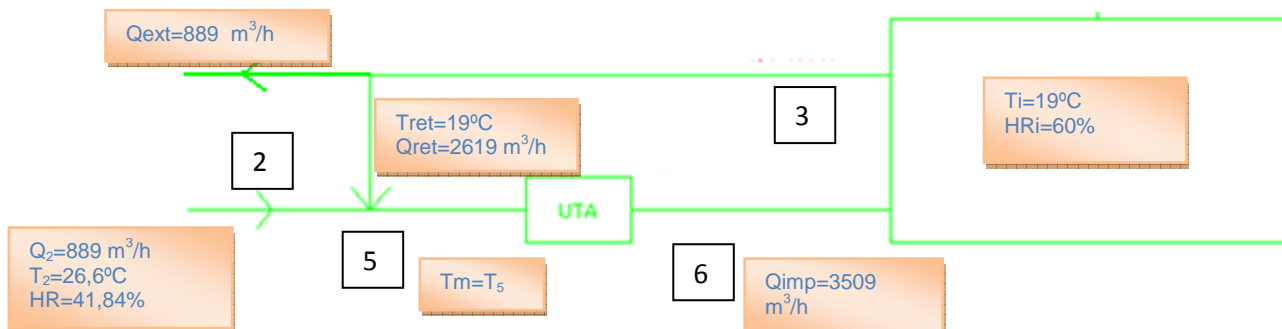


Figura 6-12 Esquema de los caudales de aire del gimnasio (verano)

Calcularemos el **caudal de impulsión** de con las siguientes formulas, de la misma manera que se hizo con las habitaciones, se tomará el caudal de impulsión que sea mayor:

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$

$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - FB) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

Como datos tenemos:

$$\begin{cases} \text{Carga sensible } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 9034 \\ \text{Carga latente } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 4348,69 \\ Q_v \left( \frac{m^3}{h} \right) = 890 \end{cases}$$

A continuación calcularemos el calor sensible efectivo y el calor latente efectivo por medio de las fórmulas:



Determinación del **calor sensible efectivo**

$$C_{SE} = C_S + Q_V \times FB \times 0,3 \times (T_{EXT} - T_{HABITACIÓN})$$

$$C_{SE} = 9034 + [889,8 \times 0,2 \times 0,3 \times (34,2 - 19)] = 9846,36 \text{ kcal/h}$$



Determinación del **calor latente efectivo**

$$C_{LE} = C_L + Q_V \times FB \times 0,7 \times (W_{EXT} - W_{HABITACIÓN})$$

$$C_{LE} = 4348,69 + [889,8 \times 0,2 \times 0,7 \times (11,15 - 8,2)] = 4716,17 \text{ kcal/h}$$

El término **FCSHE** se calcula de la siguiente manera:

$$FCSHE = \frac{C_{SE}}{C_{SE} + C_{LE}} = \frac{9846,36}{9846,36 + 4716,17} = 0,68$$

Las condiciones interiores son:

$$\begin{cases} \text{Humedad relativa es del 60\%.} \\ \text{Temperatura interior: 19°C} \end{cases}$$

Si unimos los puntos que representan las condiciones interiores, con el punto que representa el factor de carga sensible efectivo de la habitación, obtenemos

la recta de carga efectiva .Si la prolongamos de nuevo hasta el punto de saturación, hallaremos el punto de rocío. Las condiciones del punto de rocío son las siguientes:

$$\text{Punto de rocío} \begin{cases} T_{rb} = 5^{\circ}\text{C} \\ W_{rb} = 5,8 \text{ g/Kg a.s} \end{cases}$$

### PUNTO 3

El caudal de retorno, es el precedente a:

	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)	Qextracción gimnasio
<b>Gimnasio</b>	2619,2	3509

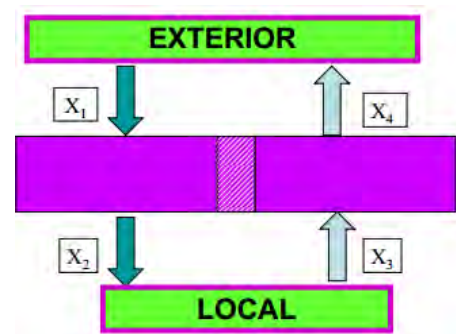
Por lo que las condiciones en ese punto serán:

$$\text{Punto 3} \begin{cases} T_3 = 19^{\circ}\text{C} \\ W_3 = 8,20 \text{ g/Kg a.s} \end{cases}$$

### RECUPERADOR

En el recuperador rotativo se da el siguiente proceso:

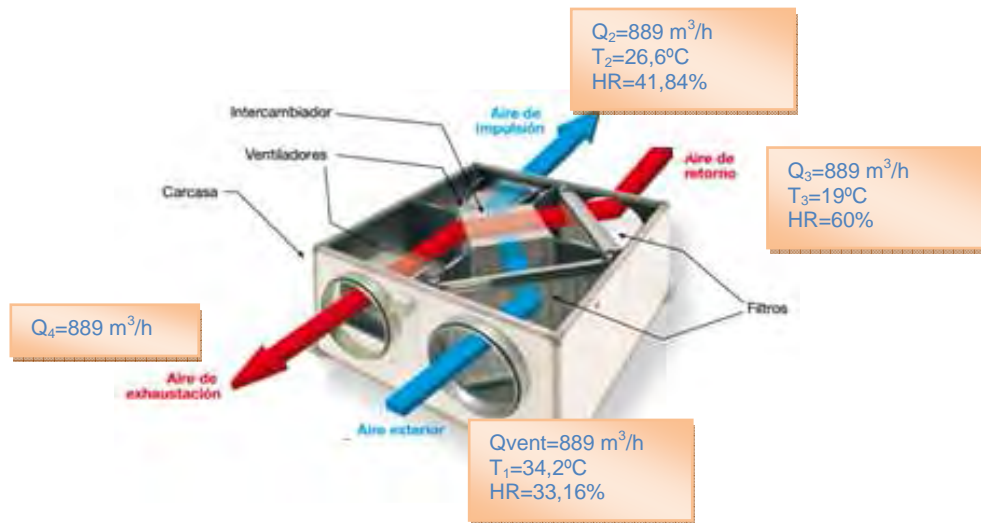
$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_1 - X_2)}{Q_{min} \times (X_1 - X_3)}$$



Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>min</sub></b>	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
<b>X</b>	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía



A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



El caudal másico mínimo que circula por el recuperador es el exterior, las dos expresiones coinciden, y si es el que circula por el retorno existe la relación de masas entre ambos.

$$\epsilon = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 - X_3)}$$

Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 50 %, dando lugar a:

$$T_2 = T_1 - \epsilon \times Q_{min} \times (T_1 - T_3) = 34,2 - 0,5 \times (34,2 - 19) = 26,6^\circ\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = w_1 - \epsilon \times Q_{min} \times (w_1 - w_3) = 11,15 - 0,7 \times (11,15 - 8,20) = 9,08 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 41,84 %**.

## PUNTO 5

Se produce la mezcla del caudal de ventilación y de retorno procedente de los locales climatizados.

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)
<b>CLIMATIZADOR</b>	889,8	3509,05	2619,2
<b>Temperatura</b>	34, 2		19
<b>Humedad</b>	11,15		8,20



La **temperatura de mezcla** se calcula:

$$T_m = T_5 = \frac{[(Q_3 \times T_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times T_2)]}{Q_{\text{imp}}} = \frac{[2619,2 \times 19] + (889,8 \times 26,6)}{3509} = 20,92^\circ\text{C}$$



La **humedad mezcla ( $W_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{[(Q_3 \times W_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times W_2)]}{Q_{\text{IMP}}} = \frac{[2619,2 \times 8,20] + (889,8 \times 9,08)}{3509} = 8,42 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 54,67%**.

#### PUNTO 6

Si unimos el punto de mezcla obtenido, con el punto de rocío mediante una recta, podemos hallar el punto de impulsión real que deberá tener la instalación.

Se puede calcular por medio de la fórmula:

$$f = \frac{t_{\text{imp}} - t_{rb}}{t_m - t_{rb}}$$

Despejando **la temperatura de impulsión:**

$$t_{\text{imp}} = t_{rb} + 0,2 * (t_m - t_{rb}) = 5 + 0,2 * (20,92 - 5) = 8,18^\circ\text{C}$$

La  **$W_{\text{imp}}$**  se obtiene por medio del diagrama psicrométrico,

$W_{\text{imp}} = 6 \text{ g/kg a.s.}$

	Punto impulsion	Punto Mezcla	Punto Mim
T (°C)	8,18	20,92	20,92
W(g/kg.a.s)	6	8,42	6
H (kJ/kg)	23,27	42,3	36,15
v (m³/kg)	0,8045	0,8442	0,841

Tabla. 6-13 Propiedades de los diferentes puntos del circuito del climatizador



**Potencia de la batería de frío:**

Por último, para escoger el grupo frigorífico que necesitamos, es necesario conocer la potencia frigorífica que ésta deberá ser capaz de aportar. Se calcula con las siguientes fórmulas:

$$P_{sensible} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{Mimp}}{V_{Mimp}} - \frac{H_{imp}}{V_{imp}} \right) = 3509 \times \left( \frac{8,65}{0,841} - \frac{5,56}{0,8045} \right) \times 1,163 = 13,77 \text{ kW}$$

$$P_{latente} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{mezcla}}{V_{mezcla}} - \frac{H_{Mimp}}{V_{Mimp}} \right) = 3509 \times \left( \frac{10,12}{0,844} - \frac{8,65}{0,841} \right) \times 1,163 = 6,958 \text{ kW}$$

$$P_{total} = Q_{impulsión} \times \left( \frac{H_{mezcla}}{V_{mezcla}} - \frac{H_{imp}}{V_{imp}} \right) = 3509 \times \left( \frac{10,12}{0,844} - \frac{5,56}{0,8045} \right) \times 1,163 = 20,72 \text{ kW}$$

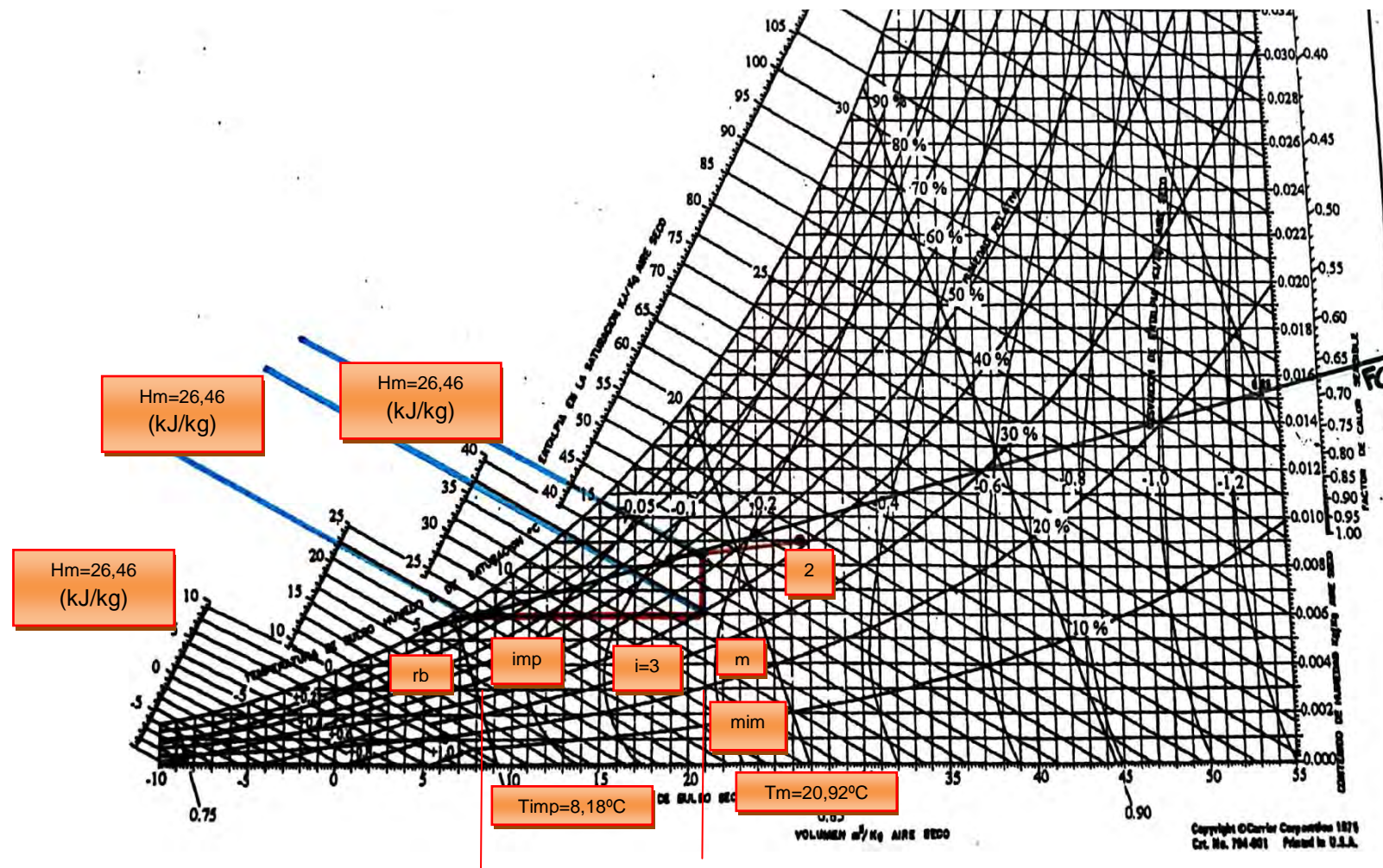


Figura 6-13. Diagrama psicrométrico refrigeración del gimnasio

### 6.4.5 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR GIMNASIO

Partiendo de los mismos caudales de aire, ventilación, impulsión y recirculación se realiza un procedimiento similar que en verano para obtener el caudal y las condiciones del agua caliente que se bombea a los equipos para la calefacción del gimnasio.

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)
<b>CLIMATIZADOR GIMNASIO</b>	889,8	3509,05	2619,2
<b>Temperatura</b>	2,90		19
<b>Humedad</b>	4,19		8,20

Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>RETORNO</sub></b>	Caudal de retorno
<b>Q<sub>IMPULSIÓN</sub></b>	Caudal de impulsión
<b>FB</b>	Factor de by-pass = 0,2
<b>T<sub>GIMNASIO</sub></b>	T <sub>gimnasio</sub> =19°C
<b>T<sub>EXTERIOR</sub></b>	Temperatura exterior = 2,90°C
<b>T<sub>MEZCLA</sub></b>	Temperatura mezcla en °C
<b>T<sub>ROCIO BAT.</sub></b>	Temperatura de rocío de la batería en °C
<b>T<sub>IMP</sub></b>	Temperatura impulsión en °C
<b>W<sub>EXTERIOR</sub></b>	Humedad exterior=4,19 g/ kg a.s.
<b>W<sub>GIMNASIO</sub></b>	Humedad en la habitación = 8,20 g/ kg a.s.
<b>CS</b>	Calor sensible
<b>CSE</b>	Calor sensible efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-14 Datos cálculo climatizador en invierno.

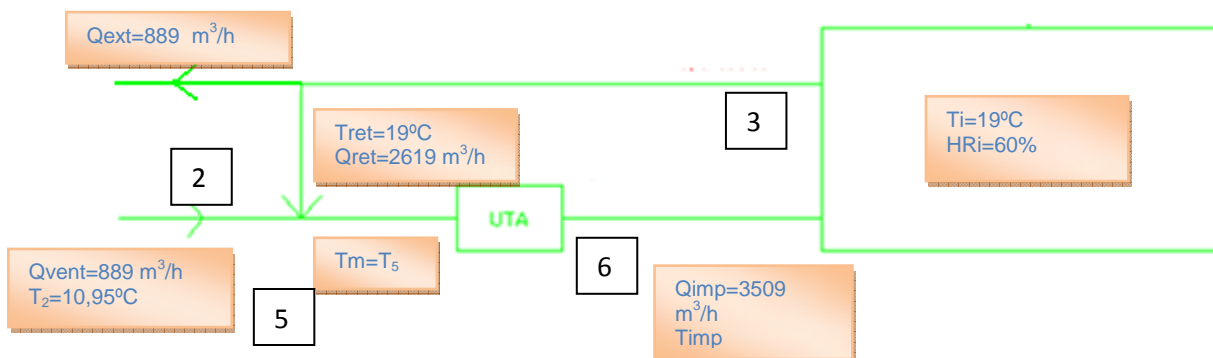


Figura 6-14 Esquema de los caudales de aire del gimnasio (invierno)

**PUNTO 3**

Necesitamos conocer las condiciones del retorno:

El caudal de retorno, es el precedente a:

	Q retorno (m <sup>3</sup> /h)
<b>Gimnasio</b>	2619,2

Por lo que las condiciones en ese punto serán:

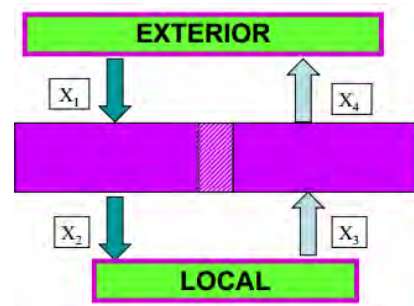
$$\text{Punto 3} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_3 = 19^\circ\text{C} \\ W_3 = 8,20 \text{ g/Kg a.s} \end{array} \right.$$

**RECUPERADOR**

Se calcula de la misma forma que anteriormente.

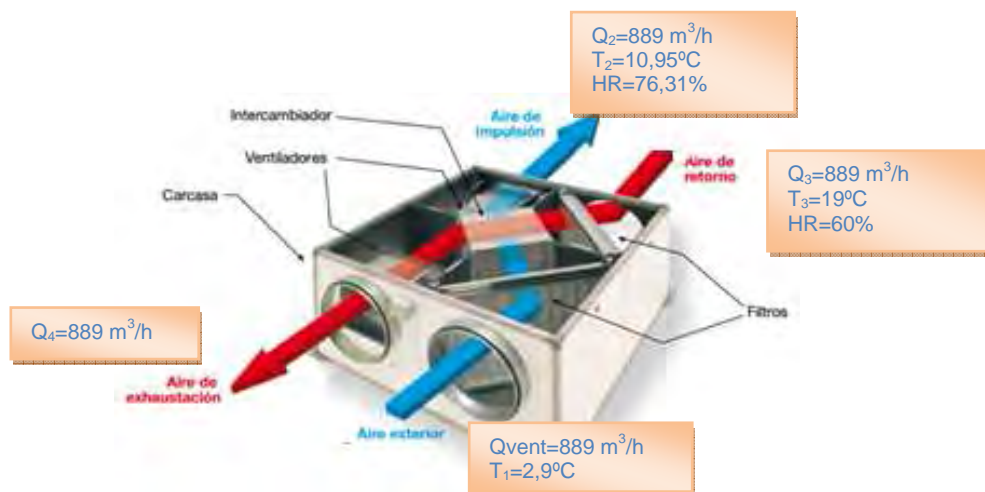
La eficiencia se define como:

$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_2 - X_1)}{Q_{\min} \times (X_3 - X_1)}$$



Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>min</sub></b>	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
<b>X</b>	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía

A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 50%, dando lugar a:

$$T_2 = T_1 + \varepsilon \times (T_3 - T_1) = 2,9 + 0,5 \times (19 - 2,9) = 10,95^\circ\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = w_1 + \varepsilon \times (w_3 - w_1) = 4,19 + 0,5 \times (8,20 - 4,19) = 6,19 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 76,31 %**.

### PUNTO 5

**La temperatura de mezcla** se calcula:

$$T_m = T_5 = \frac{[(Q_3 \times T_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times T_2)]}{Q_{\text{imp}}} = \frac{[2619,2 \times 19] + (889,8 \times 10,95)]}{3509} = 18,58^\circ\text{C}$$

Para obtener la humedad relativa de este punto, se emplea el diagrama psicrométrico sabiendo que estará en la recta que une los puntos interior y exterior que ya están perfectamente definidos.

	Exterior	Interior
<b>T (°C)</b>	2,90	19
<b>W(g/kg.a.s)</b>	4,19	8,20
<b>H (kJ/kg)</b>	13,40	39,79
<b>v (m³/kg)</b>	0,78	0,8384

La carga sensible en invierno se obtiene al sumar la carga sensible individual de cada local climatizado:

Recinto	Sensible Total (Kcal/h)
GIMASIO	5108

**La humedad mezcla ( $W_m$ )** se calcula de la siguiente manera:

$$W_m = \frac{[(Q_3 \times W_3) + (Q_{\text{ventilación}} \times W_2)]}{Q_{\text{IMP}}} = \frac{[2619,2 \times 8,20] + (889,8 \times 6,19)]}{3509} = 7,69 \text{ g/kg}$$

**PUNTO 6**

A continuación, se calcula la temperatura de impulsión. Para determinar las condiciones del punto de impulsión:

$$Q_{calefaccion} = Q_{imp} \times 0,3 \times (T_{imp} - T_{interior})$$

Despejando **T<sub>imp</sub>**:

$$T_{imp} = \frac{Q_{calefaccion}}{Q_{imp} \times 0,3} + T_{interior} = \frac{5108}{3509 \times 0,3} + 19 = 23,85^{\circ}C$$

Como la humedad relativa de la mezcla es similar a la de impulsión obtenemos el resto de condiciones del aire de impulsión

$$W_{imp} = 7,69g/kg$$

Por lo que el punto de impulsión posee una Humedad relativa de 41,83 %.

No hace falta llevar a cabo una humectación. Esta actuación sólo se lleva a cabo si la humedad relativa del punto de impulsión resulta menor del 40%.

Por lo tanto, se necesitará una **potencia calorífica** de:

$$Potencia\ calorífica = Q_{imp} \times 0,3 \times (T_{IMP} - T_M) = 3509 \times 0,3 \times (23,85 - 18,58) = 5547\ kcal/h$$

	Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)	Verano			Invierno
				Potencia sensible (kW)	Potencia latente (kW)	Potencia Total (kW)	Potencia (kW)
<b>CLIMATIZADOR GIMNASIO</b>	889,8	3509,05	2619,2	13,77	6,958	20,72	6,45



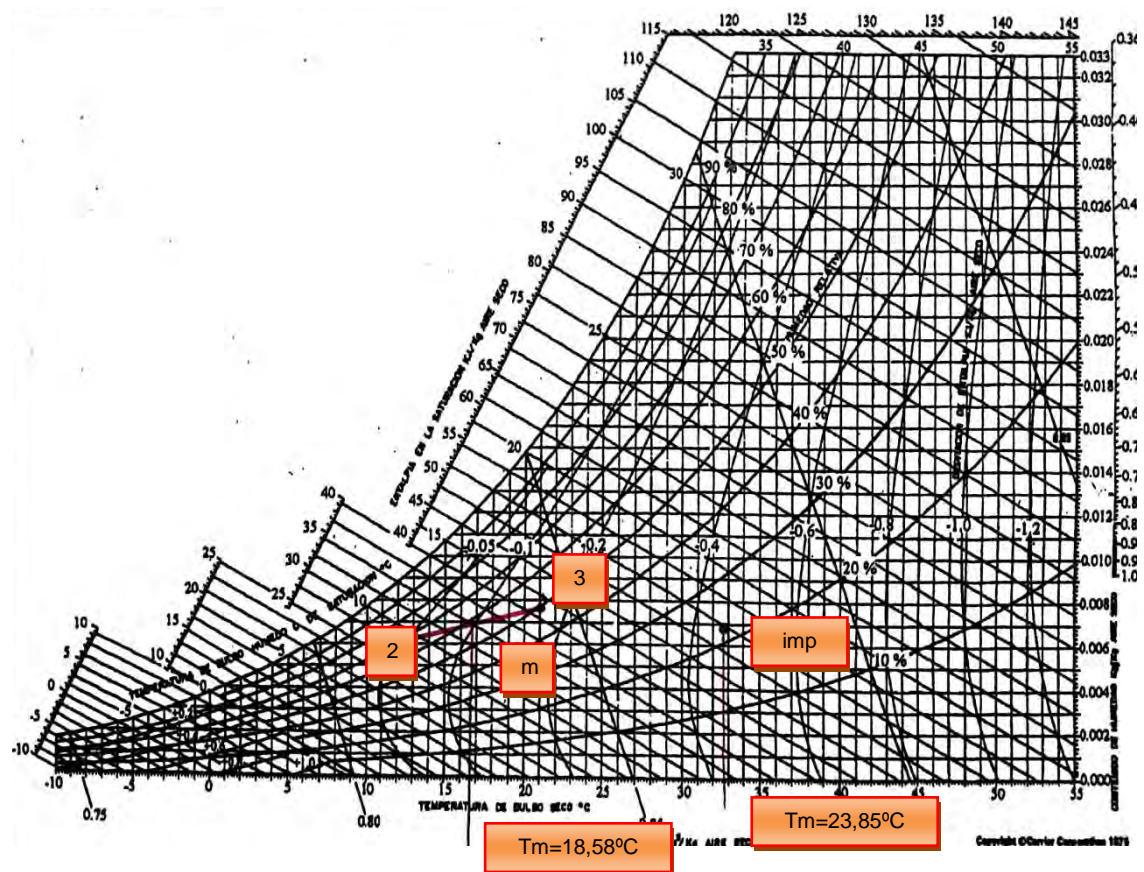


Figura 6-15. Diagrama psicrométrico calefacción del gimnasio

### 6.4.6 CÁLCULO EN VERANO DEL CLIMATIZADOR COCINA

Partiendo del caudal de ventilación de la cocina se calculará el caudal de impulsión y la potencia térmica.

LOCAL	Qv (m³/h)	Qext (m³/h)	Qimp (m³/h)
Gimnasio	1200	3000	2721

Tabla. 6-15 Caudal de aire de la cocina

Tener en cuenta que la Cocina NO POSEE RECIRCULACIÓN, pero sí que se utilizará por medio de un intercambiador de placas sin transferencia de masa para reducir la potencia de climatización empleada.

Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>IMPULSIÓN</sub></b>	Caudal de impulsión
<b>FB</b>	Factor de by-pass = 0,2
<b>T<sub>cocina</sub></b>	Temperatura de la habitación en 24°C;
<b>T<sub>EXTERIOR</sub></b>	Temperatura exterior = 34,2°C
<b>T<sub>ROCIO BAT.</sub></b>	Temperatura de rocío de la batería en °C
<b>T<sub>IMP</sub></b>	Temperatura impulsión en °C
<b>W<sub>EXTERIOR</sub></b>	Humedad exterior=11,15 g/ kg a.s.
<b>W<sub>HABITACIÓN</sub></b>	Humedad en la habitación = 9,3 g/ kg a.s.
<b>CS</b>	Calor sensible = 9062 kcal/h
<b>CL</b>	Calor latente = 2671 kcal/h
<b>CSE</b>	Calor sensible efectivo, en kcal/h
<b>CLE</b>	Calor latente efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-16 Datos Cálculo Climatizador en verano de la cocina

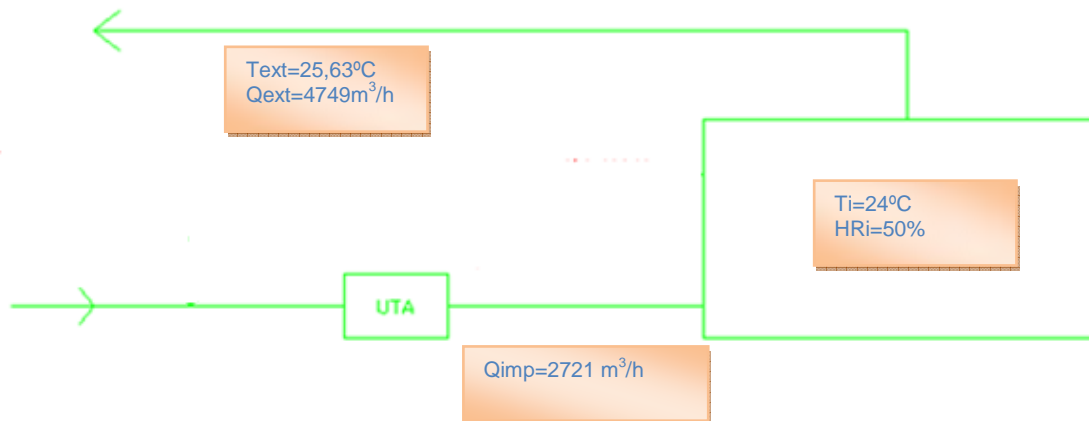


Figura 6-16 Esquema de los caudales de aire cocina (verano)

Calcularemos el caudal de impulsión de con las siguientes formulas, de la misma manera que se hizo con las habitaciones, se tomará el caudal de impulsión que sea mayor:

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$



$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - FB) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

Como datos tenemos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Carga sensible } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 9062 \\ \text{Carga latente } \left( \frac{kcal}{h} \right) = 2671 \\ Q_v \left( \frac{m^3}{h} \right) = 1200 \end{array} \right.$$

A continuación calcularemos el Calor sensible efectivo y el calor latente efectivo por medio de las fórmulas:



#### Determinación del calor sensible efectivo

$$C_{SE} = C_S + Q_V \times FB \times 0,3 \times (T_{EXT} - T_{HABITACIÓN})$$

$$C_{SE} = 9062 + [1200 \times 0,2 \times 0,3 \times (34,2 - 24)] = 9796 \text{ kcal/h}$$



#### Determinación del calor latente efectivo

$$C_{LE} = C_L + Q_V \times FB \times 0,7 \times (W_{EXT} - W_{HABITACIÓN})$$

$$C_{LE} = 2671 + [1200 \times 0,2 \times 0,7 \times (11,15 - 9,3)] = 2982 \text{ kcal/h}$$

El término **FCSHE** se calcula de la siguiente manera:

$$FCSHE = \frac{C_{SE}}{C_{SE} + C_{LE}} = \frac{9796}{9796 + 2982} = 0,76$$

Las condiciones interiores son:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad relativa es del 50\%.} \\ \text{Temperatura interior: 24°C} \end{array} \right.$$

Si unimos los puntos que representan las condiciones interiores, con el punto que representa el factor de carga sensible efectivo de la habitación, obtenemos la recta de carga efectiva. Si la prolongamos de nuevo hasta el punto de saturación, hallaremos el punto de rocío. Las condiciones del punto de rocío son las siguientes:

$$\text{Punto de rocío} \begin{cases} T_{rb} = 9^{\circ}\text{C} \\ W_{rb} = 7,8 \text{ g/Kg a.s} \end{cases}$$

El caudal de impulsión será:



**Primer método:**

$$Q_I = \frac{C_{SE}}{(1 - FB) \times 0,3 \times (T_{HABITACIÓN} - T_1)}$$

$$Q_I = \frac{9796}{(1 - 0,2) \times 0,3 \times (24 - 9)} = 2721 \frac{m^3}{h}$$



**Segundo método:**

$$Q_I = \frac{C_{LE}}{(1 - 0,2) \times 0,7 \times (W_{HABITACIÓN} - W_1)}$$

$$Q_I = \frac{2982}{(1 - 0,2) \times 0,7 \times (9,3 - 7,13)} = 2454 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de impulsión será el más desfavorable:

$$Q_I = 2721 \frac{m^3}{h}$$

### PUNTO 3

El caudal de extracción, es el precedente a:

	Qextracción cocina-aseos-lavandería
COCINA	4749

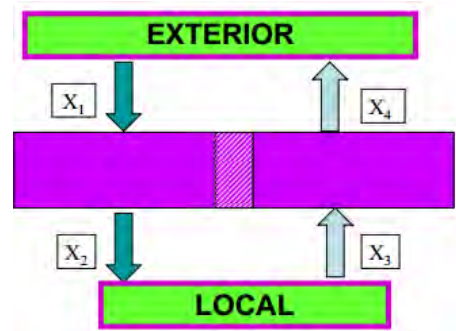
Por lo que las condiciones en ese punto serán:

$$\text{Punto 3} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_3 = 25,63 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ W_3 = 9,59 \text{ g/Kg a.s} \end{array} \right.$$

### INTERCAMBIADOR DE PLACA

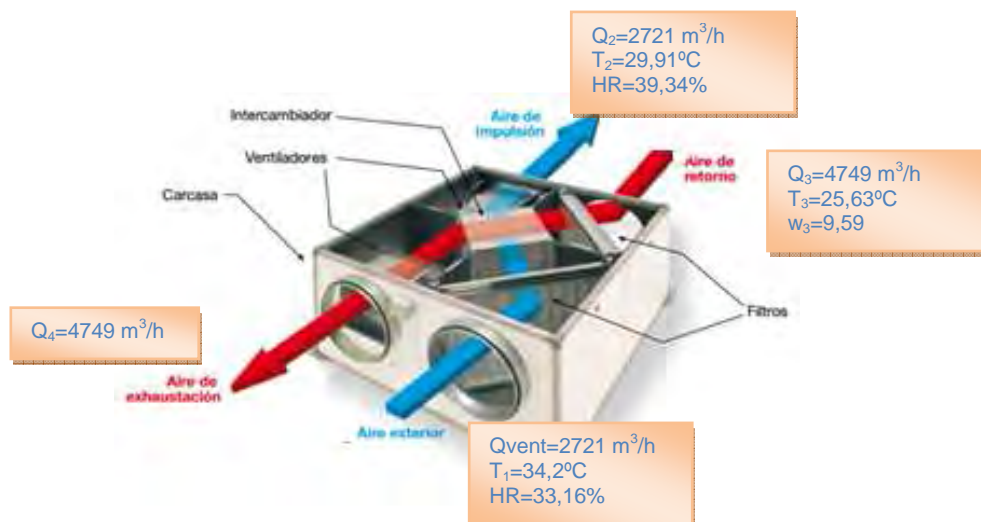
El intercambiador de placas posee una eficiencia de:

$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_1 - X_2)}{Q_{\min} \times (X_1 - X_3)}$$



Parámetros	
$Q_{\text{VENT}}$	Caudal de ventilación
$Q_{\min}$	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
$X$	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía

A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 50%, dando lugar a:

$$T_2 = 34,2 - 0,5 \times (34,2 - 25,63) = 29,91 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = 11,15 - 0,5 \times (11,15 - 9,59) = 10,37 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 39,34 %**.

### **Potencia de la batería de frío:**

Por último, para escoger el grupo frigorífico que necesitamos, es necesario conocer la potencia frigorífica que ésta deberá ser capaz de aportar. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{total} = CT_{total} + Q_v \times 1,2 \times (H_2 - H_{local}) = 11733 + \left( 2721 \times 1,2 \times \left( \frac{56,41 \frac{kJ}{kg}}{4,18 \frac{kJ}{kcal}} - 47,66 \frac{kJ}{kg} \right) \right)$$

$$4,18 \frac{kJ}{kcal} = 18568 \text{ Kcal/h}$$

### 6.4.7 CALCULO EN INVIERNO DEL CLIMATIZADOR COCINA

Partiendo de los mismos caudales de aire, ventilación, impulsión y recirculación se realiza un procedimiento similar que en verano para obtener el caudal y las condiciones del agua caliente que se bombea a los equipos.

	Q ventilación (m <sup>3</sup> /h)	Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Q extracción (m <sup>3</sup> /h)
<b>CLIMATIZADOR</b>	1200	2721	3000

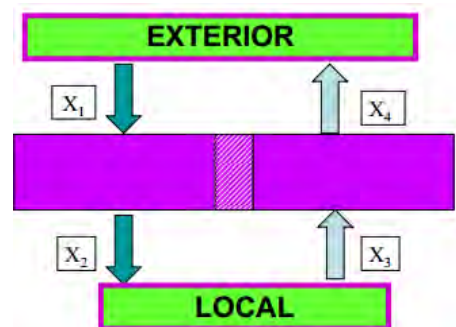
Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>IMPULSIÓN</sub></b>	Caudal de impulsión
<b>FB</b>	Factor de by-pass = 0,2
<b>T<sub>cocina</sub></b>	T <sub>cocina</sub> =21°C
<b>T<sub>EXTERIOR</sub></b>	Temperatura exterior = 2,90°C
<b>T<sub>ROCIO BAT.</sub></b>	Temperatura de rocío de la batería en °C
<b>T<sub>IMP</sub></b>	Temperatura impulsión en °C
<b>CS</b>	Calor sensible
<b>CSE</b>	Calor sensible efectivo, en kcal/h

Tabla. 6-17 Datos cálculo climatizador en invierno de la cocina

#### INTERCAMBIADOR DE PALACA

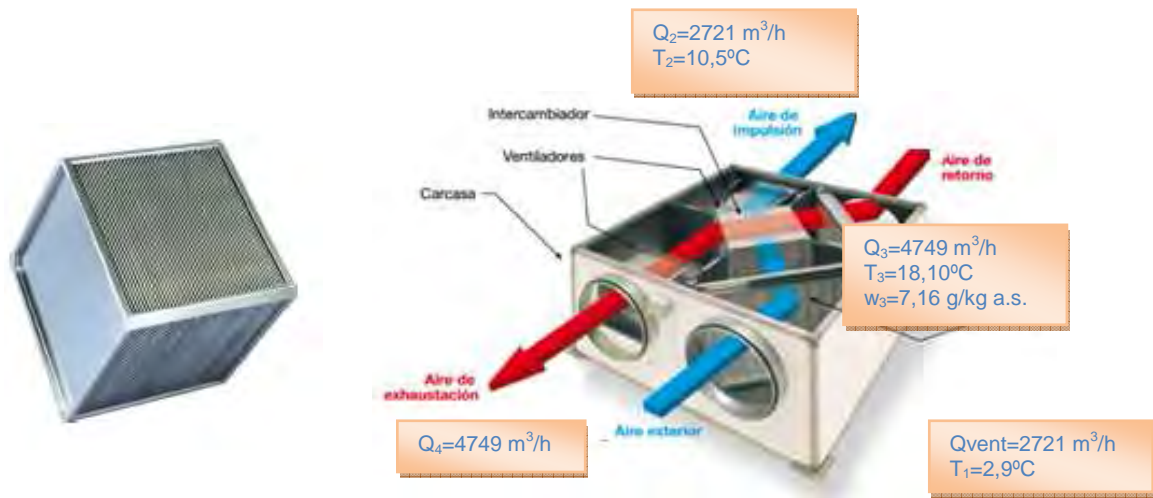
El intercambiador de placas posee una eficiencia de:

$$\epsilon = \frac{Q_v \times (X_2 - X_1)}{Q_{\min} \times (X_3 - X_1)}$$



Parámetros	
<b>Q<sub>VENT</sub></b>	Caudal de ventilación
<b>Q<sub>min</sub></b>	Caudal de aire menor entre la renovación y la extracción
<b>X</b>	Puede ser Temperatura de bulbo seco, humedad específica o entalpía

A continuación se va a calcular las propiedades del punto 2.



Se despeja la  $T_2$  de la fórmula de la eficiencia, con una eficiencia del 50%, dando lugar a:

$$T_2 = 2,9 + 0,5 \times (18,10 - 2,9) = 10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para calcular la humedad, se procede de idéntica manera:

$$w_2 = 4,19 + 0,5 \times (7,16 - 4,19) = 5,67 \text{ g/kg}$$

Por medio del diagrama psicrométrico, introduciendo estos valores obtenemos una **humedad relativa del 72,09 %**.

A continuación, se calcula la temperatura de impulsión. Para determinar las condiciones del punto de impulsión:

$$Q_{calefaccion} = Q_{imp} \times 0,3 \times (T_{cocina} - T_2) = 2721 \times 0,3 \times (21 - 10,5) = 8571,15 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

	Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q extracción (m³/h)	Verano	Invierno
				Potencia Total (kW)	Potencia (kW)
<b>CLIMATIZADOR COCINA</b>	1200	2721	3000	21,59	9,96

## 6.5 POTENCIAS CLIMATIZADORES

	Verano				Invierno				Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)
	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)			
CLIMATIZADOR	87,29	75069,4	5	15013,88	83,07	71440,2	10	7144	8144	14857	6712

	Verano				Invierno				Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)
	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)		
CLIMATIZADOR COCINA	21,59	18568	5	3713	9,96	8571	10	857,1	1200	2721

	Verano				Invierno				Q ventilación (m³/h)	Q impulsión (m³/h)	Q retorno (m³/h)
	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)	Potencia (kW)	Potencia (Kcal/h)	$\Delta T$	Caudal (l/h)			
CLIMATIZADOR GIMNASIO	20,72	17819,2	5	3563,84	6,45	5547	10	554,7	889,8	3509,05	2619,2

## 6.6 RESUMEN DE POTENCIAS NECESITADAS

A continuación se muestran las potencias necesarias para la calefacción, refrigeración y ACS del edificio:

	REFRIGERACIÓN (kW)	CALEFACCIÓN (kW)
CLIMATIZADOR GENERAL	87,29	83,07
CLIMATIZADOR COCINA	21,59	9,96
CLIMATIZADOR GIMNASIO	20,72	6,45
FANCOILS	89,64	76,26
ACS		54
<b>TOTAL</b>	<b>219,24</b>	<b>229,74</b>

Las potencias serán suministradas por:

- Calderas: 140 kW (con 2 calderas)
- Enfriadoras: 150 kW (con 2 enfriadoras)
- Energía solar para ACS
- Energía geotérmica:
  - Calefacción: 90 kW
  - Refrigeración: 70 kW



## 6.7 CALCULO DE CONDUCCIONES DE AGUA

El sistema de tuberías está compuesto por (2) dos tubos y estarán realizadas por acero negro.

Se procurará que la red de tuberías tenga la menor longitud posible y el mínimo número de codos y accesorios para reducir las pérdidas de carga totales al máximo. Es fundamental conocer al tramo total más desfavorable para el diseño de las bombas.

Para dicho cálculo se aplican los principios de flujo laminar y flujo turbulento de mecánica de los fluidos.

La disposición de las tuberías es según se detalla en los planos.

### 6.7.1 DIÁMETRO DE LAS CONDUCCIONES DE AGUA DE RAMALES DE LOS FANCOILS

Como se puede observar se han asignado a cada uno de los caudales, la tubería tipo apropiada que cumplen los criterios:

$$\Delta P \leq 20 \frac{mmca}{m}$$

$$V_{agua} \leq 1,8 \frac{m}{s}$$

Selección de tuberías (Catalogo):

TUBERÍAS	CAUDAL MÁXIMO (l/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.D.C (mmca/m)	PULGADAS	DN (mm)	Di (mm)
1	119	0,27	16	3/8 "	10	12,5
2	219	0,3	14	1/2"	15	16
3	342	0,27	8	3/4"	20	21,6
4	472	0,36	13	3/4"	20	21,6
5	584	0,44	19	3/4"	20	21,6
6	773	0,37	10	1"	25	27,2

*Tabla. 6-6-18 Tamaño tuberías de fancoils planta baja*

	PLANTA BAJA				
	CAUDALES		TUBERÍAS		
	Agua caliente l/h	Agua fría l/h	Agua caliente	Agua fría	Más desfavorable
HABITACIÓN 1	171,30	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 2	163,45	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 3	163,88	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 4	163,91	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 5	162,87	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 6	163,64	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 7	162,87	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 8	162,68	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 9	161,86	367,11	2	4	4
HABITACIÓN 10	170,44	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 11	171,95	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 12	165,76	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 13	166,29	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 14	165,76	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 15	165,88	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 16	165,81	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 17	163,86	367,11	2	4	4
HABIATCIÓN 18	166,29	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 19	165,88	363,47	2	4	4
HABITACIÓN 20	174,09	393,67	2	4	4

	PLANTA PRIMERA				
	CAUDALES		TUBERÍAS		
	Agua caliente l/h	Agua fría l/h	Agua caliente	Agua fría	Más desfavorable
HABITACIÓN 1	167,51	387,20	2	4	4
HABITACIÓN 2	159,66	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 3	160,11	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 4	160,17	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 5	159,13	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 6	159,92	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 7	159,13	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 8	158,99	394,63	2	4	4
HABITACIÓN 9	158,15	408,45	2	4	4
HABITACIÓN 10	166,85	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 11	167,92	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 12	161,74	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 13	162,27	387,20	2	4	4
HABITACIÓN 14	161,74	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 15	161,85	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 16	161,80	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 17	159,85	408,45	2	4	4
HABITACIÓN 18	161,84	387,20	2	4	4
HABITACIÓN 19	161,85	393,67	2	4	4
HABITACIÓN 20	170,17	382,59	2	4	4

*Tabla. 6-19 Tamaño tuberías fancoils planta primera*

El diámetro apropiado ha sido escogido con las tablas de Moody, que también nos indica las pérdidas de carga, necesarias para el cálculo de bombas.

Dado que es un sistema de fancoils a dos tubos, por la misma tubería circulará agua caliente en invierno, y en verano circulará agua fría por lo que la tubería tendrá el mayor diámetro necesario para abastecer las necesidades del caudal. Por lo que la disposición de las tuberías queda de la siguiente forma:

Recinto	Caudal agua fría (l/h)	Caudal agua caliente (l/h)	Tubería ida/ retorno
Habitaciones	367,11	162,87	4

### 6.7.2 CALCULO DE CONDUCCIONES HIDRÁULICAS PARA FANCOILS

- Tubería de Agua Fría Impulsión (7°C)
- Tubería de Agua Fría Retorno (12°C)
- Tubería de Agua Caliente Impulsión (70°C)
- Tubería de Agua Caliente Retorno (60°C)

Para el cálculo de tuberías de los patinillos se ha utilizado los mismos criterios que en las habitaciones:

$$\begin{cases} \Delta P \leq 20 \frac{mmca}{m} \\ V_{agua} \leq 1,8 \frac{m}{s} \end{cases}$$

Sin embargo al tratar con caudales de agua mayores (dado que se trasporta el caudal acumulado de habitaciones conectadas al patinillo por planta) se ha ampliado la selección de tuberías con otras de mayor sección y capacidad.

La asignación de tuberías es:

TUBERÍAS	CAUDAL MÁXIMO (l/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.D.C (mmca/m)	PULGADAS
1	119	0,27	16	3/8 "
2	219	0,3	14	1/2"
3	362	0,27	8	3/4"
4	472	0,36	13	3/4"
5	584	0,44	19	3/4"
6	773	0,37	10	1"
7	1231	0,34	6	1 ¼ "
8	2030	0,56	15	1 ¼ "
9	3259	0,65	17	1 ½ "
10	4362	0,55	9	2"
11	5530	0,7	14	2"
12	9000	0,48	7	3 ¼"
13	18000	0,48	6,8	4 "

Desde el colector de la azotea, salen dos tuberías, ida y retorno, que circulan por el mismo patinillo (habitación 1-2) hasta la planta baja.

Se va a realizar el cálculo de agua fría y caliente que transporta el patinillo 1 de las habitaciones 1-2, para el suministro de la planta primera y de la baja. En cada planta sale una derivación que suministra agua a los fancoils de las habitaciones, reduciéndose el diámetro de la tubería gradualmente por tramos.

De la misma manera que en el apartado anterior (**“6.6.1. Selección de diámetro de las conducciones”**) tomamos los diámetros de la distribución de tuberías a lo largo de las plantas primera y segunda con el mismo criterio por lo que la distribución de las tuberías será:

	PLANTA BAJA				
	CAUDALES		TIPO TUBERÍAS		
TRAMO	Caudal agua caliente (l/h)	Caudal agua fría (l/h)	Agua caliente	Agua fría	Más desfavorable
0-1	3318,45	7332,36	10	12	12
1-2	1842,85	4032,01	8	10	10
2-3	1671,55	3668,54	8	10	10
3-4	1499,60	3305,07	8	10	10
4-5	1333,85	2941,60	8	9	9
5-6	1167,56	2578,13	7	9	9
6-7	1001,81	2214,66	7	9	9
7-8	835,93	1851,19	7	8	8
8-9	670,12	1487,72	6	8	8
9-10	506,26	1120,61	5	7	7
10-11	339,97	757,14	3	6	6
11-12	174,09	393,67	2	4	4
1-13	1475,60	3300,35	8	10	10
13-14	1312,15	2933,24	8	9	9
14-15	1148,27	2566,13	7	9	9
15-16	984,36	2199,02	7	9	9
16-17	821,49	1831,91	7	8	8
17-18	657,84	1464,80	6	8	8
18-19	494,97	1097,69	5	7	7
19-20	332,29	730,58	3	6	6
20-21	170,44	363,47	1	3	3

*Tabla. 6-1-20 Tuberías de fancoil para cada tramo*

Dado que se han colocado diferentes fancoils en las plantas baja y primera debido a la diferencia de cargas térmicas, los caudales de agua en los tramos serán diferentes por lo que en la planta primera se opera con el mismo procedimiento que en la planta baja:

	PLANTA PRIMERA				
	CAUDALES		TIPO TUBERÍAS		
TRAMO	Caudal agua caliente (l/h)	Caudal agua fría (l/h)	Agua caliente	Agua fría	Más desfavorable
0-1	3240,642935	7873,40	9	12	12
1-2	1798,543995	4314,66	8	10	10
2-3	1631,033513	3927,45	8	10	10
3-4	1463,115697	3533,79	8	10	10
4-5	1301,371375	3140,12	8	9	9
5-6	1139,097481	2752,92	7	9	9
6-7	977,3531592	2359,25	7	9	9
7-8	815,5013234	1965,58	7	9	9
8-9	653,7016155	1571,92	6	8	8
9-10	493,8560377	1163,46	5	7	7
10-11	332,0177158	776,26	3	7	7
11-12	170,16588	382,59	2	4	4
1-13	1442,09894	3558,75	8	10	10
13-14	1282,43442	3165,08	8	9	9
14-15	1122,32348	2771,41	7	9	9
15-16	962,15581	2377,75	7	9	9
16-17	803,026288	1984,08	7	8	8
17-18	643,10948	1590,41	6	8	8
18-19	483,979958	1196,74	5	7	7
19-20	324,993788	802,12	3	7	7
20-21	166,845675	393,67	1	4	4

La distribución de fancoils vendrá representada en el apartado “**Planos 10. 3 Distribución de fancoils por la Planta Primera**”

	POR PATINILLO HABITACIÓN 1-2				
	CAUDALES		TIPO TUBERÍAS		
TRAMO	Caudal agua caliente l/h	Caudal agua fría l/h	Agua caliente	Agua fría	Más desfavorable
Azotea- Planta Primera	6559,11	15205	12	13	13
Planta primera - Planta baja	3318,47	7332	9	12	12

*Tabla. 6-21 Tuberías de fancoils que recorren los patinillos*

## 6.8 CÁLCULO DE BOMBAS

Las bombas son los elementos que aportan al agua la presión necesaria para permitir a ésta llegar a los elementos terminales sin dificultad.

Para el caso del circuito primario [enfriadora y caldera], hemos duplicado el número de bombas poniéndolas en paralelo, para tener más seguridad en caso de avería de una de ellas; ya que esto supondría la parada de toda la instalación.

Para elegir la bomba que impulsará el agua por las tuberías del circuito tenemos que partir de dos datos:

- Caudal del circuito.
- Presión a vencer o pérdida de carga total del circuito.

Para la pérdida de carga en la impulsión tenemos en cuenta.

- Pérdida en la tubería: llevaremos a cabo un análisis de presiones en los diferentes tramos y buscaremos aquel con mayor pérdida de carga (ya sea por longitud o por la existencia de accesorios). Este valor será multiplicado por dos (ya que la bomba debe vencer la ida y el retorno).
- Pérdida en el elemento terminal: este apartado dependerá de cada circuito (caldera, enfriadora, climatizador o fan-coil).
- Pérdida en los filtros y válvulas.
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento de presión (filtros sucios...)

El grupo de presión está formado por:

- **Un filtro de agua** antes de la aspiración, con el fin de retener las partículas que pueda arrastrar el circuito y proteger la bomba.
- Un **manómetro** con tomas de presión antes y después de la bomba, para verificar su funcionamiento.
- **Válvula de retención** También denominada anti retorno que impide los retrocesos del fluido, permitiendo su paso en una sola dirección.
- **Válvula de mariposa:** cuya función será el corte de paso de fluido.
- **Válvula de globo:** Cuyo objetivo fundamental es el de regular el de paso de fluido forzando la pérdida de carga y situando la correspondiente bomba o circuito hidráulico en el punto de trabajo necesario al proyecto.

### 6.8.1 BOMBA CIRCUITO FANCOILS

Para realizar el dimensionamiento de la bomba es necesario conocer cual la máxima pérdida de presión, la cuál es necesaria vencer para que el agua circule.

Para ello hay que tener en cuenta el caudal que circula por los conductos así como la distancia recorrida. Por lo que el recorrido crítico se lleva a cabo desde la azotea hasta la habitación 20 de la planta baja (Punto 12)

A continuación se lleva a cabo el desglose de las pérdidas de presión:

TRAMO	TUBERÍA	CAUDAL (l/h)	DIÁMETRO	mmca/m	longitud	Pérdida de presión (mmca)
0-1	12	7332,36	3 ¼"	7	0,8	5,6
1-2	10	4032,01	2"	9	3,8	34,2
2-3	10	3668,54	2"	9	34,32	308,88
3-4	10	3305,07	2"	9	7	63
4-5	9	2941,60	1 ½ "	17	1	17
5-6	9	2578,13	1 ½ "	17	7	119
6-7	9	2214,66	1 ½ "	17	1	17
7-8	8	1851,19	1 ¼ "	15	7	105
8-9	8	1487,72	1 ¼ "	15	1	15
9-10	7	1120,61	1 ¼ "	6	7	42
10-11	6	757,14	1"	10	1	10
11-12	4	393,67	3/4"	13	9,2	119,6
Sala máquinas-Patinillo 1	13	15205	4 "	6,8	8,5	57,8
IDA						1096,896
RETORNO						1096,896
FANCOIL						1850
VÁLVULA RETENCIÓN						300
VÁLVULA MARIPOSA						1240
FILTRO						130
VÁLVULA DE GLOBO						700
ALTURA MANOMÉTRICA						6413,78
Coeficiente de seguridad (5%)						320,65
<b>Altura manométrica de la bomba</b>						<b>6734</b>





## 6.8.2 BOMBAS DEMÁS CIRCUITOS

Siguiendo el mismo procedimiento se calcula la pérdida de carga para cada bomba de los diferentes circuitos.

Circuito	Caudal (l/h)	Pérdida de carga (mca)	Bomba
Enfriadora 1	12835,6412	3,2	IP-E 65/120-3/2
Enfriadora 2	12835,6412	3,2	IP-E 65/120-3/2
Caldera 1	6006,27849	2,8	Stratos 25/1-10 CAN PN 10
Caldera 2	6006,27849	2,8	Stratos 25/1-10 CAN PN 10
Climatizador verano	15015,0512	3,546	WILO BL-E40/230-18,5/2-R
Climatizador invierno	7144,57728	3,546	WILO BL-E50/210-18,5/2-R1
Climat. Cocina verano	3713,76967	4,3	WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10
Climat. Cocina invierno	856,626817	2,87	WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10
Climat. Gimnasio verano	3564,118	3,064	WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10
Climat. Gimnasio Invierno	554,74327	2,74	WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10

## 6.9 GENERACIÓN DE FRÍO

Dado que es necesario una gran carga frigorífica para una bomba de calor geotérmica, se ha decido colocar dos enfriadoras para que suministre el resto de potencia necesaria: 150 kW.

La producción de agua fría para los fancoils y baterías de frío se realizarán por medio de un equipo frigorífico situado en la azotea al que entra el agua a 12°C saliendo de él a 7°C y de ahí se distribuye por las tuberías hasta los fancoils y climatizadores. La producción de agua se hará mediante dos enfriadoras de agua marca:

2 enfriadoras CARRIER modelo: 30RBS 080 de condensación por aire

El sistema estará compuesto de un circuito primario y de 4 circuitos secundarios. El circuito primario se encargará de mandar el agua fría de la enfriadora a un colector común y un depósito de inercia que garantizará un arranque mínimo de los compresores de la enfriadora. Cada uno de los circuitos secundarios partirá del colector común y abastecerá a las baterías de frío de los climatizadores y a los circuitos de los fancoils de la planta primera y baja.



## 6.10 GENERACIÓN DE CALOR

El agua caliente para se generará mediante dos caldera ubicadas en la sala de maquinas. La marca de las calderas son MKS

- MKS-1 80

La caldera mandará el agua a 80 °C y retornará a 70 °C. El sistema estará formado por un circuito primario y 4 circuitos secundarios. El circuito primario estará formado por la caldera y un colector común. Los circuitos secundarios se encargarán de mandar el agua caliente del colector común a la batería de calor de los climatizadores y a los circuitos de los fancoils de la planta primera y segunda.

La potencia de la caldera para ACS es 54kW.

## 6.11 VASOS DE EXPANSIÓN

### 6.11.1 VASO DE EXPANSIÓN (CIRCUITO FRÍO)

El vaso de expansión tiene la función de absorber las variaciones de volumen del fluido contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa de fluido” [UNE 100155:1988].

Los vasos utilizados son cerrados, funcionan por compresión de una cámara de aire situada en el interior del mismo que está separada del agua de la instalación por una membrana flexible.

El cálculo será para vaso de expansión cerrado:

$$V_t = V \times C_e \times C_p = 2657 \times 0,0017 \times 1,55 = 70 \text{ litros}$$

Siendo:

Parámetros	
<b>V<sub>t</sub></b>	Contenido total del fluido en el circuito, en litros
<b>V</b>	Contenido total del fluido de trabajo en el circuito, colectores...;
<b>C<sub>e</sub></b>	Coeficiente de expansión del fluido. Ce= 0,0017 (de 0 a 40°C)
<b>C<sub>p</sub></b>	Coeficiente de presión

*Ec. 1. Volumen vaso expansión cerrado*

El volumen de agua contenida en el circuito de frío es 2657 litros

El coeficiente de presión se calcula por medio de la siguiente formula:

$$C_p = \frac{P_{MAX}}{P_{MAX} - P_{MIN}} = 1,55$$

Siendo:

Parámetros	
<b>P<sub>max</sub></b>	Presión máxima absoluta de utilización. Algo inferior a la de tarado de la válvula de seguridad; P <sub>máx</sub> = 6+1 = 7 bar (P <sub>maxima</sub> =presión caldera+P <sub>atm</sub> )
<b>P<sub>min</sub></b>	Presión mínima absoluta de utilización; P <sub>min</sub> = 1,5+1 = 2,5 bar (P <sub>min</sub> =presión manométrica+p <sub>atm</sub> )
<b>C<sub>p</sub></b>	Coeficiente de presión.

*Ec. 2. Coeficiente de presión*

### 6.11.2 VASO DE EXPANSIÓN (CIRCUITO CALIENTE)

El cálculo será para vaso de expansión cerrado:

$$V_t = V \times C_e \times C_p = 2710 \times 0,017 \times 1,55 = 71,42 \text{ litros}$$

Siendo:

Parámetros	
<b>V<sub>t</sub></b>	Contenido total del fluido en el circuito, en litros
<b>V</b>	Contenido total del fluido de trabajo en el circuito, colectores...;
<b>C<sub>e</sub></b>	Coefficiente de expansión del fluido. Ce= 0,0017
<b>C<sub>p</sub></b>	Coefficiente de presión

*Ec. 3. Volumen vaso expansión circuito caliente*

El volumen de agua contenida en el circuito es:

$$C_p = \frac{P_{MAX}}{P_{MAX} - P_{MIN}} = 1,55$$

Siendo:

Parámetros	
<b>P<sub>max</sub></b>	Presión máxima absoluta de utilización. Algo inferior a la de tarado de la válvula de seguridad; P <sub>máx</sub> = 6+1 = 7 bar (P <sub>maxima</sub> =presión caldera+P <sub>atm</sub> )
<b>P<sub>min</sub></b>	Presión mínima absoluta de utilización; P <sub>min</sub> = 1,5+1 = 2,5 bar (P <sub>min</sub> =presión manométrica+p atm)
<b>C<sub>p</sub></b>	Coefficiente de presión.

*Ec. 7. Coeficiente de presión*

### 6.11.3 CALCULO DEL DEPÓSITO DE INERCIA

Es un tanque de acumulación de agua colocado en serie con el circuito de la enfriadora y que busca reducir el número de arranques del equipo. Este dispositivo acumula agua cuando la enfriadora está en funcionamiento y surte de agua al circuito en el tiempo de parada del equipo.

Los depósitos de inercia deben estar diseñados para que toda el agua circule a través de ellos y no existan zonas muertas.

Una forma aproximada para el cálculo del volumen mínimo aconsejado para la instalación sería:

*V<sub>min</sub> = 10% del volumen que debe circular por la máquina frigorífica en una hora*

$$V_{min} = 0,1 \times 3600 \text{ (s)} \times \text{Caudal de la máquina} \left( \frac{l}{s} \right) = 0,1 \times 3600 \times 10,84 \frac{l}{s} \\ = 3904 \text{ l}$$

Y el volumen mínimo del depósito de inercia a instalar será:

$$Vol. \text{ Depósito} = Vol. \text{ mínimo instalación} - Vol. \text{ instalación} = 3904 - 2657 = 1247 \text{ l}$$

En el volumen de la instalación se ha tenido en cuenta el volumen de las tuberías, climatizadores, fancoils, etc.

## 6.12 CÁLCULO VOLUMEN DE AGUA DE LOS CONDUCTOS

### CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGUA DE LA INSTALCIÓN

Lo calcularemos a través de la siguiente expresión:

$$V = A \times L$$

Parámetros	
<b>V</b>	volumen de la instalación m3
<b>A</b>	área de las tuberías en m2
<b>L</b>	Longitud de los diferentes tamos en m.

*Ec. 4. Cálculo Volumen de agua de la instalación*

También hay que tener en cuenta el volumen alojado en los equipos.

TUBERIAS FANCOILS				
TUBERÍAS	pulgadas	mm	L (MM)	LITROS
4	0,75	19,05	109,4	31,1815844
6	1	25,4	2,06	1,04381985
8	1,25	31,75	40,55	32,1047443
9	1,5	38,1	51,75	58,9998901
10	2	50,8	100,08	202,845612
12	3,25	82,55	6	32,1126616
13	4	101,6	21,67	175,686028
<b>TOTAL</b>			<b>331,51</b>	<b>533,974341</b>

Volumen (l)		
TUBERÍAS	FRIO	CALOR
<b>Climatizador</b>	669,82	669,82
<b>Climat. Cocina</b>	213	83
<b>Climat. Gimnasio</b>	206	80,75
<b>Hasta el colector</b>	61,56	48,64
<b>TOTAL</b>	<b>1151</b>	<b>882,44</b>

## 7. CONDUCTOS DE AIRE



## ÍNDICE CONDUCTOS DE AIRE

<b>7. CONDUCTOS DE AIRE .....</b>	<b>247</b>
<b>7.1 CONDUCTOS DE AIRE .....</b>	<b>250</b>
<b>7.2 PÉRDIDA DE CARGA EN CONDUCTOS.....</b>	<b>252</b>
7.2.1 DIÁMETRO EQUIVALENTE .....	252
7.2.2 PÉRDIDA DE CARGAS .....	252
<b>7.3 CÁLCULO DE CONDUCTOS DE HABITACIONES.....</b>	<b>253</b>
7.3.1 IMPULSIÓN .....	253
7.3.2 RETORNO Y EXTRACCIÓN .....	260
<b>7.4 CÁLCULO DE CONDUCTOS LOCALES POR PATINILLOS.....</b>	<b>264</b>
7.4.1 PATINILLO 11 .....	264
7.4.2 PATINILLO 12 .....	267
7.4.3 PATINILLO 13 .....	269
7.4.4 PATINILLO 14 .....	270
7.4.5 PATINILLO 15 .....	271
7.4.6 PATINILLO 16 .....	272
7.4.7 PATINILLO 17 .....	273
<b>7.5 AZOTEA CONDUCTOS CLIMATIZADORES .....</b>	<b>275</b>
7.5.1 IMPULSIÓN .....	275
7.5.2 EXTRACCIÓN .....	276
<b>7.6 AZOTEA CONDUCTOS VENTILADORES .....</b>	<b>277</b>
7.6.1 IMPULSIÓN VENTILADOR .....	277
7.6.2 RETORNO VENTILADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>7.7 ELECCIÓN DE DIFUSORES Y REJILLAS .....</b>	<b>280</b>
7.7.1 DIFUSORES.....	280
7.7.2 ELECCIÓN DE REJILLAS.....	281
7.7.3 REJILLAS DE IMPULSIÓN .....	282
7.7.4 DIFUSORES DE IMPULSIÓN.....	283
7.7.5 REJILLAS DE RETORNO HABITACIONES .....	283
7.7.6 REJILLAS DE EXTRACCIÓN EN LOS DIFERENTES LOCALES:.....	284
<b>7.8 VENTILADORES.....</b>	<b>285</b>
7.8.1 VENTILADORES .....	286
7.8.2 VENTILADORES CLIMATIZADORES .....	287

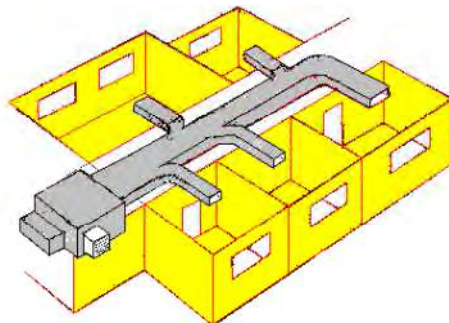
<b>7.9</b>	<b>EXTRACTORES .....</b>	<b>288</b>
7.9.1	EXTRACCIÓN DE BAÑOS DE LAS HABITACIONES.....	288
7.9.2	EXTRACCIÓN DE LOS ASEOS DEL GIMNASIO.....	288
7.9.3	EXTRACCIÓN DE COCINA-ASEOS RESTAURANTE-LAVANDERÍA. ....	288
7.9.4	EXTRACCIÓN CUARTO DE BASURAS.....	288

## 7.1 CONDUCTOS DE AIRE

Se debe crear una red de conductos para el transporte del aire de ventilación, de extracción y de recirculación. Nuestros conductos serán rectangulares, y bajaran por los patinillos y distribuirán el caudal de aire necesario por medio del falso techo.

El dimensionamiento de los conductos se hará con el método de recuperación estática, lo que implica una reducción de la sección del conducto a medida que el caudal decrece, recuperando presión y así tener menos perdidas por rozamiento. Lo que nos permite instalar ventiladores con menos potencia. Para la elección de los conductos se limitara la velocidad a 7 m/s y la pérdida de carga por rozamiento a 0,12 milímetros de columna de agua por metro (mmca/m).

Se instalará un ventilador de impulsión y otro de extracción en la cubierta para cada una de las alas, suficientemente separados par que no haya contaminación del aire destinado a climatizar.



*Figura 7-1. Vista de distribución de conductos*

Suponiendo que por los conductos circula el máximo caudal de aire, se diseñan los conductos de impulsión o difusión. Estos irán desde el local en cuestión hasta el climatizador y transportarán el caudal de aire de impulsión.

Los parámetros que hemos definidos en los conductos son:

- **Sección de paso.** Es el área en m<sup>2</sup> interior al paso del aire.

$$S = A \times B$$

Siendo:

Parámetros	
<b>S</b>	Superficie en[ m <sup>2</sup> ]
<b>A</b>	Ancho en [m].
<b>B</b>	Alto en [m].

- **Velocidad.** La velocidad de circulación del aire por el interior del conducto se mide en m/s. Un aumento de la velocidad por encima de los valores recomendados supondrá un aumento del nivel de ruido y la pérdida de carga en los conductos.
- **Caudal.** Es el volumen de aire que atraviesa una determinada sección por unidad de tiempo.
- **Rugosidad.** La rugosidad nos indica la facilidad que tiene el aire para circular, dependiendo del tipo de superficie de contacto entre la tubería y el aire
- **Perdida de carga.** Es la pérdida de presión que se produce en un conducto debido a los choques y rozamientos con las paredes y que provocan el frenado del mismo. La pérdida de carga depende de:
  - La velocidad del aire.
  - La forma del conducto.
  - El material del conducto.

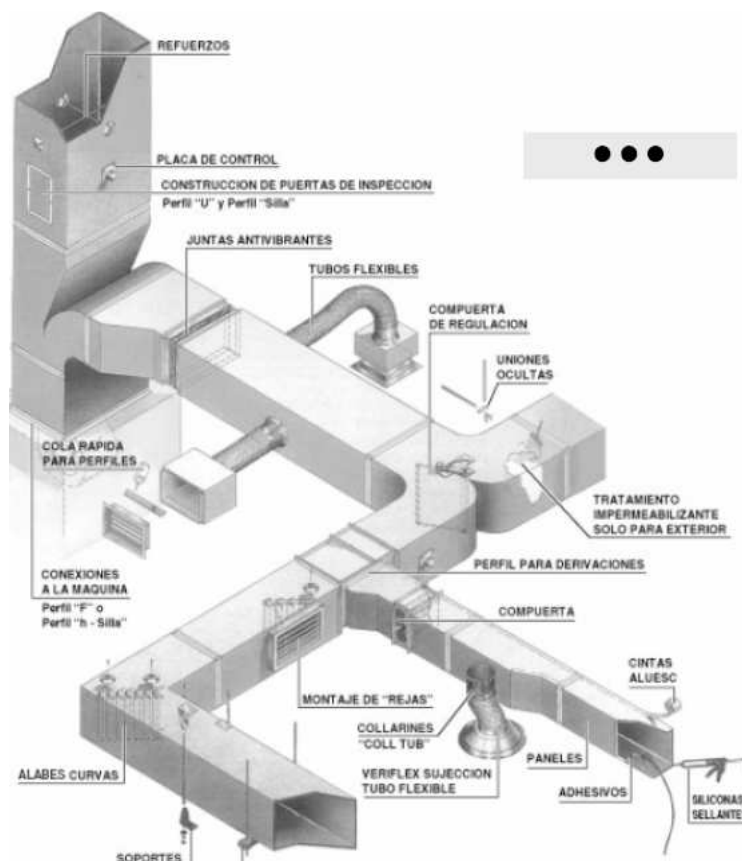


Figura 7-2. Esquema de conductos de aire

## 7.2 PÉRDIDA DE CARGA EN CONDUCTOS

### 7.2.1 DIÁMETRO EQUIVALENTE

Los conductos utilizados en la distribución del aire pueden ser circulares o rectangulares. Debido a que la mayoría de las tablas y expresiones se dan para conductos circulares, resulta muy útil el concepto de diámetro equivalente.

Para determinar el diámetro equivalente de un conducto rectangular puede utilizarse la expresión:

$$D_{\text{equivalente}} = 1,3 \times \frac{(W \times H)^{0,625}}{(W + H)^{0,25}}$$

Parámetros	
<b>D<sub>equivalente</sub></b>	Diámetro equivalente
<b>W</b>	Anchura del conducto
<b>H</b>	Altura del conducto

*Ecuación 7-1 Parámetros para el cálculo de pérdida de carga primaria en conductos*

### 7.2.2 PÉRDIDA DE CARGAS

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose ésta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades.

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\frac{\Delta P}{L} \left( \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right) = f \times \frac{\rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times v^2 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{2 \times D_{eq}}$$

Parámetros	
<b>ΔP</b>	Pérdida de carga (Pa) del tramo debida al accesorio.
<b>ρ</b>	densidad del aire (1,2 kg/m <sup>3</sup> )
<b>f</b>	de fricción (adimensional) del material
<b>V</b>	Velocidad del conducto (m/s).
<b>D</b>	diámetro equivalente de conducto circular (m)

*Ecuación 7-2 Pérdida de carga unitaria conductos de aire*

Las pérdidas en singularidades habitualmente estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan por expresiones del tipo:

$$\Delta P = k \times \rho \times \frac{v^2}{2}$$

siendo K el factor de forma de la singularidad.

## 7.3 CÁLCULO DE CONDUCTOS DE HABITACIONES

La distribución de conductos tanto de retorno como de impulsión de aire por cada planta viene representada en los siguientes planos:

- **10.4 Conductos Planta Baja**
- **10.5 Conductos Planta primera**
- **10.6 Conductos azotea**

### 7.3.1 IMPULSIÓN

#### 7.3.1.1 Patinillo 5

Se va a realizar el cálculo paso a paso del dimensionamiento de los conductos de aire de impulsión que descienden por el patinillo 5:

#### **PLANTA BAJA**

##### **TRAMO B-C**

Por el patinillo descenderá el conducto y distribuirá aire a dos habitaciones y habrá 2 rejillas de impulsión al pasillo.

La velocidad viene limitada a 7m/s por lo que:

$$Q = V \times S$$

Despejando la superficie obtenemos:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{919,20/3600}{7} = 0,036 \text{ m}^2$$

Fijando una altura H=250 mm;

$$W = \frac{S}{H} = \frac{0,036}{0,25} = 1,45\text{m} = 145 \text{ mm}$$

Normalizamos según la “**tabla 12.10 Conductos de aire**” de los ANEXOS.

Sección = 250 x 300

Dado que es un conducto rectangular es necesario calcular el diámetro equivalente. Para ello se puede calcular con la formula:

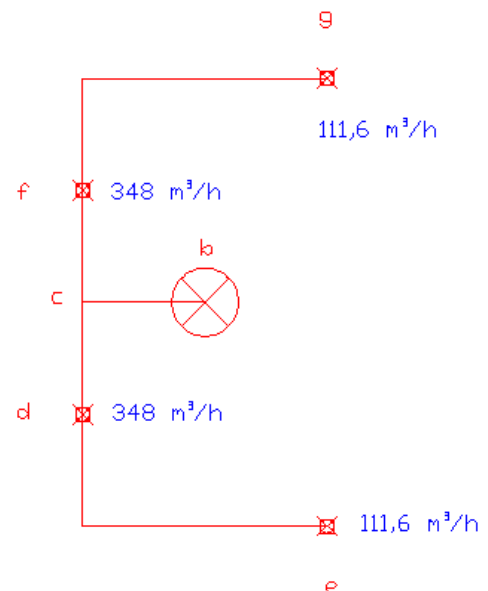


Figura 7-3 Conductos impulsión de la Planta Baja (desciende por el Patinillo 5)

$$Deq = 1,3 \times \frac{(W \times H)^{0,625}}{(W+H)^{0,25}}$$

O por medio de la misma tabla obtenemos:

$$D_{eq}=302\text{mm}$$

$$S=0,071\text{m}^2$$

Con estas nuevas dimensiones, calculamos la velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{919,20/3600}{0,071} = 3,59 \text{ m/s}$$

Entramos en el ábaco de **“Pérdida de carga en conductos circulares” del apartado 10 ANEXOS**, con el diámetro equivalente y la velocidad con el fin de obtener la pérdida de carga.

$$\left. \begin{array}{l} D_{eq}=302\text{mm} \\ V=3,59\text{m/s} \end{array} \right\} \text{ Presión}= 0,6 \text{ Pa}$$

La pérdida de carga unitaria es de 0,6 Pa, que equivalen a 0,06 mmca/m.

Esta pérdida de carga es inferior a 0,12 mmca/m por lo que es válido. En caso contrario se aumentaría la superficie del conducto.

$$\text{Presión}= 0,6 \text{ mmca/m} < 0,12 \text{ mmca/m} \implies \text{VÁLIDO}$$

 **TRAMO D-E y TRAMO F-G**

La velocidad viene limitada a 7m/s por lo que:

$$Q = V \times S$$

Despejando la superficie obtenemos:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{111,6/3600}{7} = 0,0044 \text{ m}^2$$

Fijando una altura H=150 mm;

$$W = \frac{S}{H} = \frac{0,0044}{150} = 29,52 \text{ mm}$$

Normalizamos: 150x250

Por medio de la **tabla de los anexos “10. Conductos de aire”**, obtenemos:

$$\begin{cases} D_{eq}=213\text{mm} \\ S=0,036\text{m}^2 \end{cases}$$

Con estas nuevas dimensiones, calculamos la velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{111,6/3600}{0,036} = 0,86 \text{ m/s}$$

Entramos en el ábaco de pérdidas de carga, con el diámetro equivalente y la velocidad con el fin de obtener la pérdida de carga.

$$\begin{cases} D_{eq}=213\text{mm} \\ V=0,86 \text{ m/s} \end{cases} \quad \text{Presión}= 0,1 \text{ Pa}$$

La pérdida de carga unitaria es de 0,1Pa, que equivalen a 0,01 mmca/m. Esta pérdida de carga es aceptable ya que debe ser inferior a 0,12 mmca/m.

$$\text{Presión}= 0,01 \text{ mmca/m} < 0,12 \text{ mmca/m} \quad \Rightarrow \quad \text{VÁLIDO}$$

El tramo F-G es idéntico al anterior, ya que transporta el mismo caudal de aire.



### **TRAMO C-D**

La velocidad viene limitada a 7m/s por lo que:

$$Q = V \times S$$

Despejando la superficie obtenemos:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{459,60/3600}{7} = 0,018 \text{ m}^2$$

Fijando una altura H=200 mm;

$$W = \frac{S}{H} = \frac{0,018}{200} = 158,64 \text{ mm}$$

Normalizamos: 150x250 y obtenemos:



$$\begin{cases} D_{eq}=213\text{mm} \\ S=0,036\text{m}^2 \end{cases}$$

Con estas nuevas dimensiones, calculamos la velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{459,60/3600}{0,036} = 3,54 \text{ m/s}$$

Entramos en el ábaco de Climaver, con el diámetro equivalente y la velocidad con el fin de obtener la pérdida de carga.

$$\begin{cases} D_{eq}=213 \text{ mm} \\ V=3,54\text{m/s} \end{cases} \quad \text{Presión}= 0,1 \text{ Pa}$$

La pérdida de carga unitaria es de 0,91 Pa/m, que equivalen a 0,091 mmca/m. Esta pérdida de carga es aceptable ya que debe ser inferior a 0,12 mmca/m.

$$\text{Presión}= 0,01 \text{ mmca/m} < 0,12 \text{ mmca/m} \quad \Rightarrow \quad \text{VÁLIDO}$$



### TABLA CONDUCTOS

Con los datos anteriores se obtiene la siguiente tabla:

CONDUCTOS				
Tramos	H (mm)	W (mm)	S (m <sup>2</sup> )	D <sub>eq</sub> (mm)
BC	250	300	0,071	302
CD	200	250	0,048	249
DE	150	250	0,036	213
CF	200	250	0,048	249
FG	150	250	0,036	213

### PLANTA PRIMERA

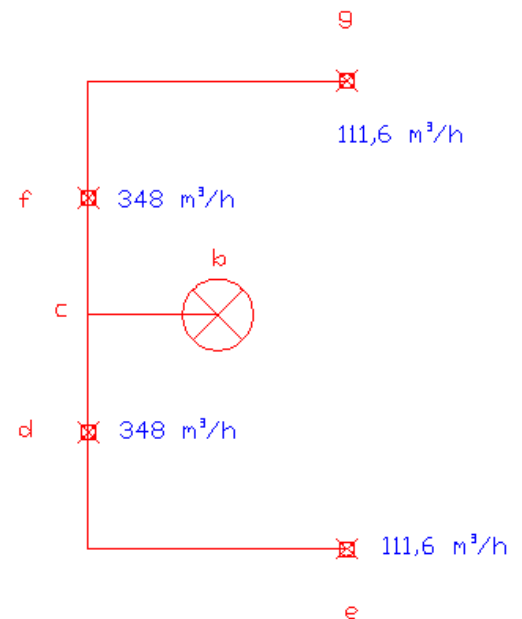


Figura 7-4 Distribución de conductos por la PB descendiendo por el patinillo 5

Una vez calculados los conductos en la planta baja, se lleva a cabo la planta primera, dado que suministra prácticamente el mismo caudal y son absolutamente iguales, los conductos tendrán el mismo tamaño.

### 7.3.1.2 Conductos patinillo 2-3-4-5-7-8-9-10 (planta baja y primera)

Siguiendo el mismo procedimiento empleado para cada patinillo obtenemos:

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Área Conducto (m²)	Diámetro equivalente (mm)
b	c	919,20	1	0,06	0,06	3,59	250	300	0,071	302
c	d	459,60	1,85	0,091	0,168	3,54	200	250	0,048	249
d	e	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	0,036	213
c	f	459,60	1,85	0,091	0,168	3,54	200	250	0,048	249
f	g	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	0,036	213

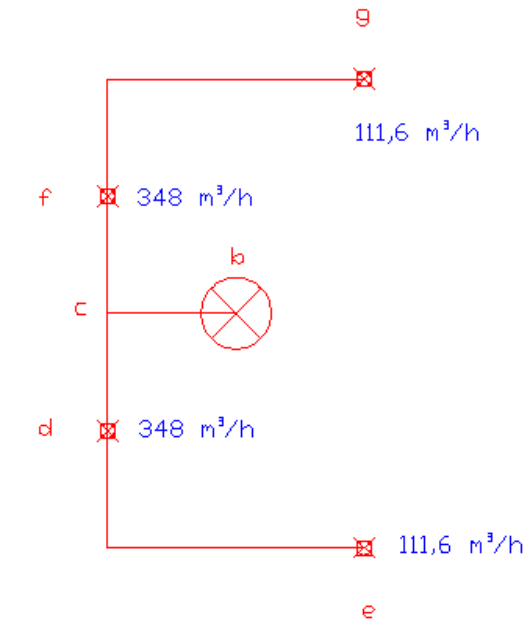


Figura 7-5 Distribución de conductos de impulsión por la PB y PP por los patinillos 2-3-4-5-7-8-9-y 10

### 7.3.1.3 Conductos patinillo 1 (planta baja y primera)

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Área Conducto (m²)	Diámetro equivalente (mm)
b	c	1030	1	0,068	0,068	4,03	250	300	0,071	302
c	d	459,60	1,85	0,091	0,168	3,54	200	250	0,048	249
d	e	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	0,036	213
c	f	571	1,86	0,091	0,168	3,77	150	300	0,042	231
f	g	223,44	1,62	0,028	0,4536	1,72407407	150	250	0,036	213
g	h	111,84	2,19	0,01	0,0219	0,86296296	150	250	0,036	213
h	j	47,63	4,46	0,01	0,0446	0,36751543	150	250	0,036	213
g	k	111,6	2,27	0,01	0,0227	0,86111111	150	250	0,036	213
h	i	64,21	2,56	0,01	0,0256	0,49544753	150	250	0,036	213

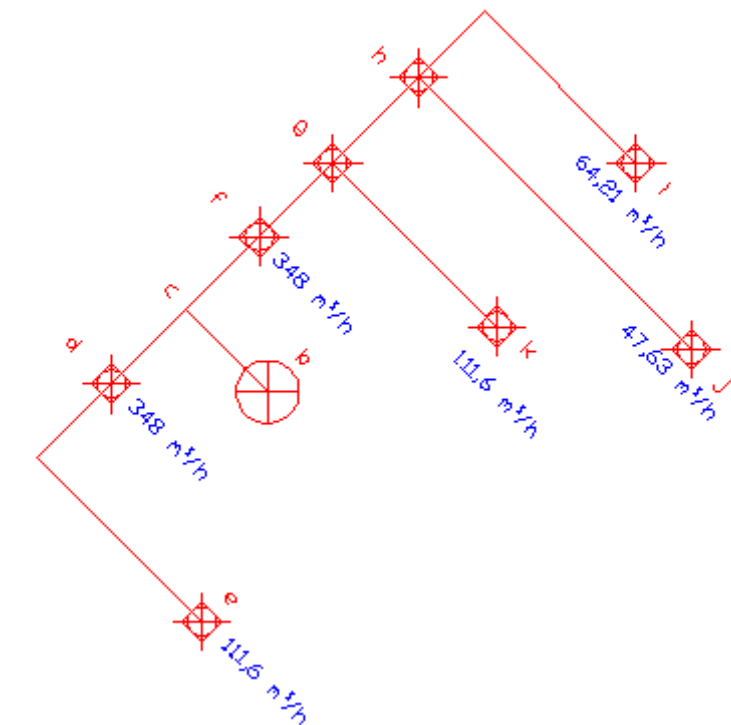


Figura 7-6 Distribución de conductos de impulsión por la PB y PP por el patinillo 1

7.3.1.4 Conductos patinillo 6 (planta primera)

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
b	c	3215	1	0,080	0,08	6,8351	315	550	455
c	d	459,60	1,85	0,091	0,16835	3,54	200	250	249
d	e	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	213
u	v	375	5	0,07	0,35	3,03	185	200	209
t	u	750	6	0,106	0,636	4,27	190	275	249
s	t	1125	5	0,1	0,5	4,62	240	300	293
r	s	1500	5	0,1	0,5	4,97	240	375	326
q	r	1875	5	0,045	0,225	3,77	280	525	419
p	q	2250	3,8	0,06	0,228	4,46	280	525	419
g	p	2381	3,5	0,09	0,315	5,34	310	425	397
o	g	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	213
f	g	2492	1,67	0,1	0,167	5,64	310	425	395
c	f	2756	1,85	0,1	0,185	5,79	315	450	410
v	w	99,48	4	0,01	0,04	0,76759259	150	250	213
p	v	131,93	3,14	0,014	0,04396	1,01566358	150	250	213

7.3.1.5 Conductos patinillo 6 (planta baja)

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
b	c	1151	1	0,8	0,08	4,24	200	400	309
c	d	459,60	1,85	0,091	0,168	3,54	200	250	249
d	e	111,6	3,89	0,01	0,0389	0,86111111	150	250	213
c	f	692	1,86	0,08	0,1488	373	200	275	256
f	g	244	1,62	0,28	0,4536	1,72407407	150	250	213
g	o	111,84	2,19	0,01	0,0219	0,86296296	150	250	213
v	w	99,48	4	0,01	0,04	0,76759259	150	250	213
p	v	131,93	3,14	0,014	0,04396	1,01566358	150	250	213
g	p	131,93	1,3	0,014	0,04396	1,01566358	150	250	213

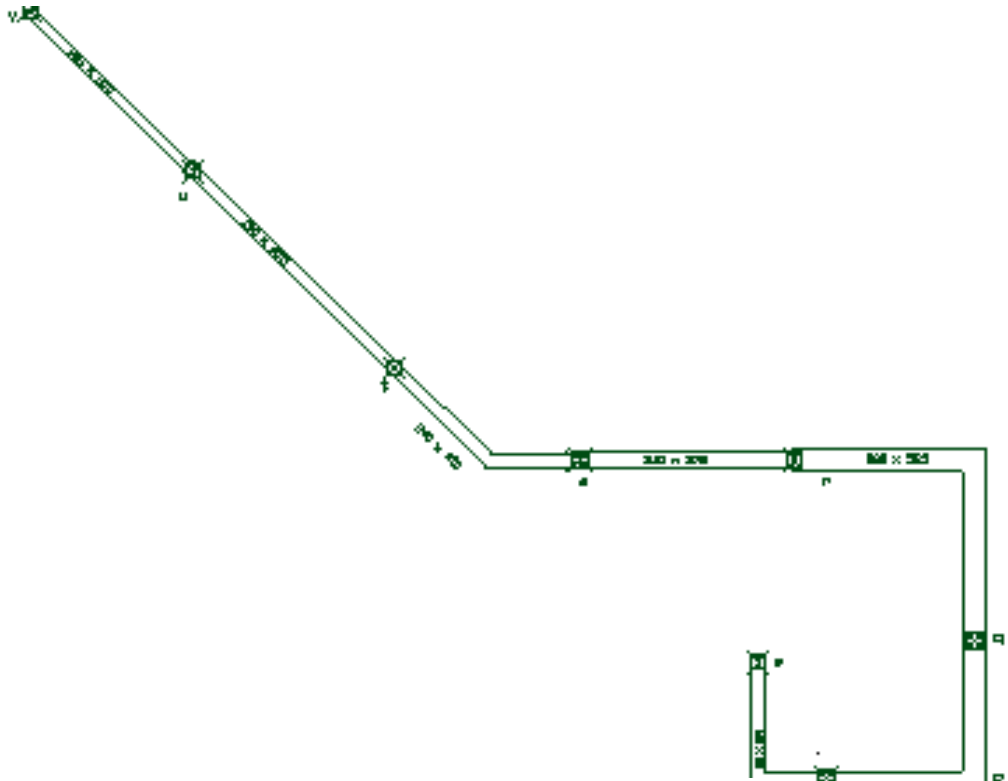
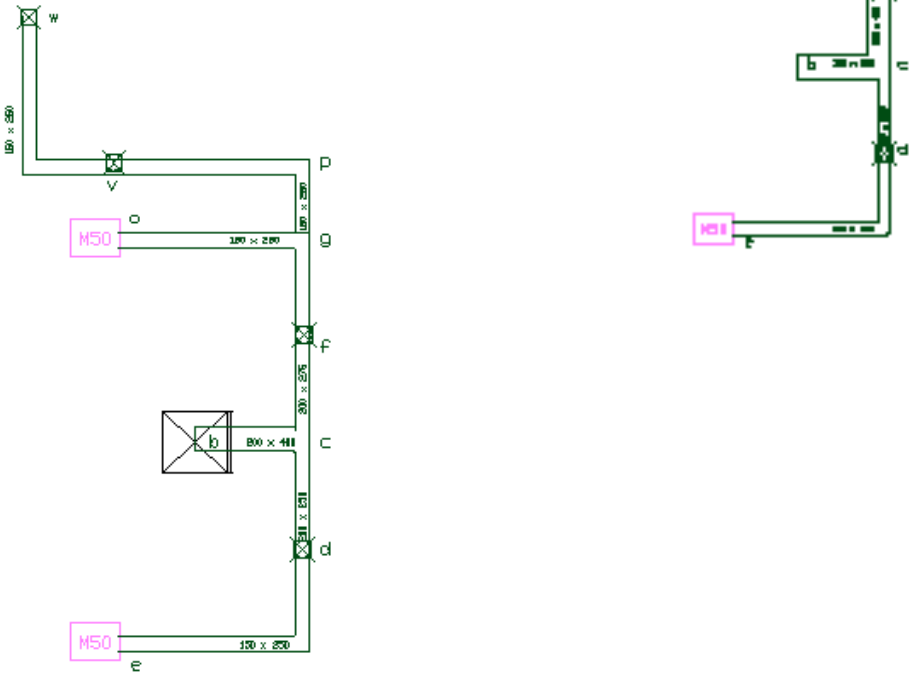


Figura 7-7 Distribución de conductos de impulsión por la PP por el patinillo 6.

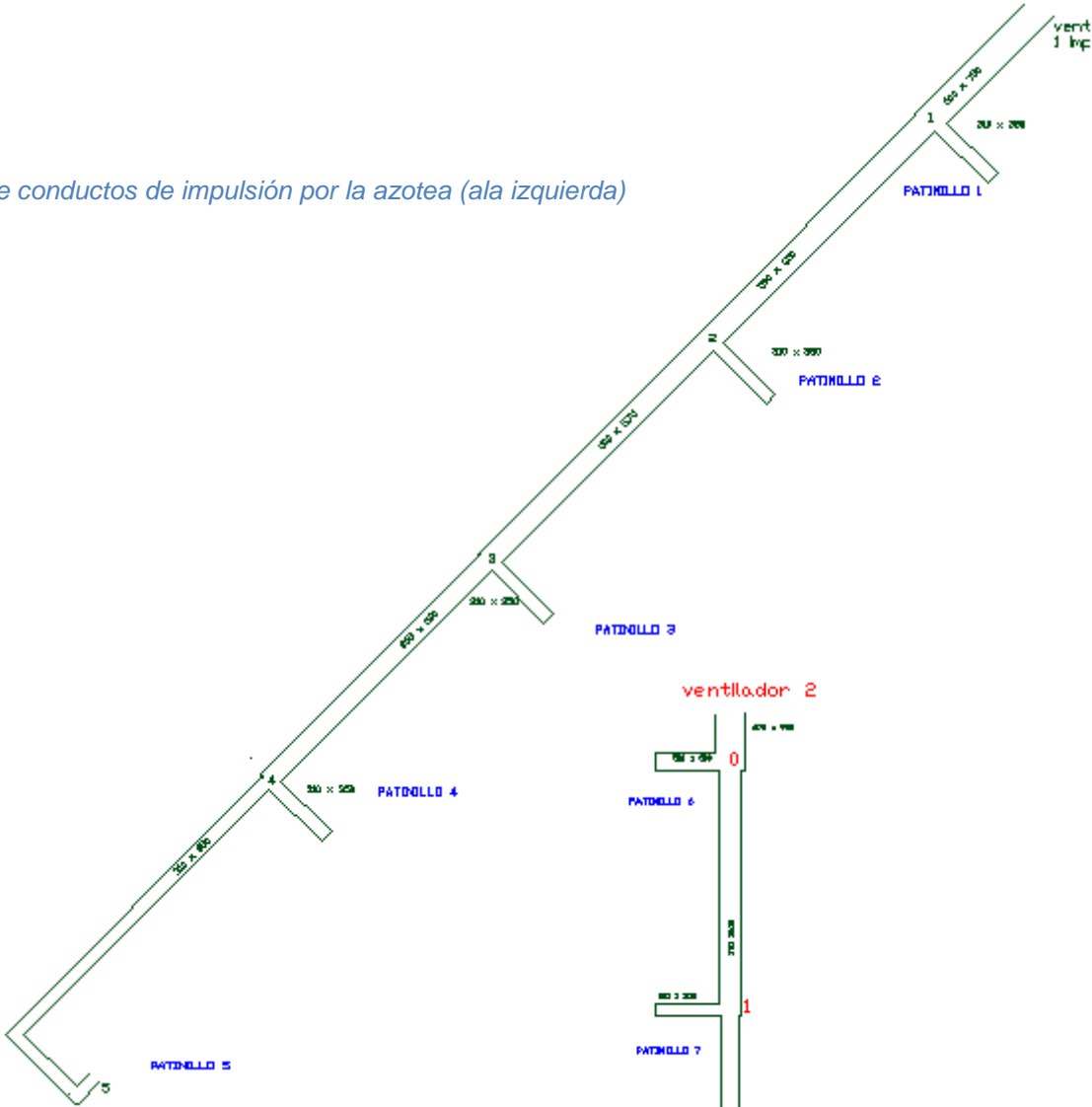
Figura 7-8 Distribución de conductos de impulsión por la PB por el patinillo 6



7.3.1.6 Azotea

PATINILLOS	CAUDALES (m³/h)			CONDUCTO		V (m/s)	P mmca/m
	PLANTA 1	PLANTA BAJA	TOTAL	H(mm)	W(mm)		
1	1030	1030	2060	325	350	5,38	0,1
2	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
3	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
4	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
5	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
6	3215	3151	6366	500	650	5,79	0,6
7	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
8	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
9	919	919	1938	310	350	5,3	0,1
10	919	919	1938	310	350	5,3	0,1

Figura 7-9 Distribución de conductos de impulsión por la azotea (ala izquierda)



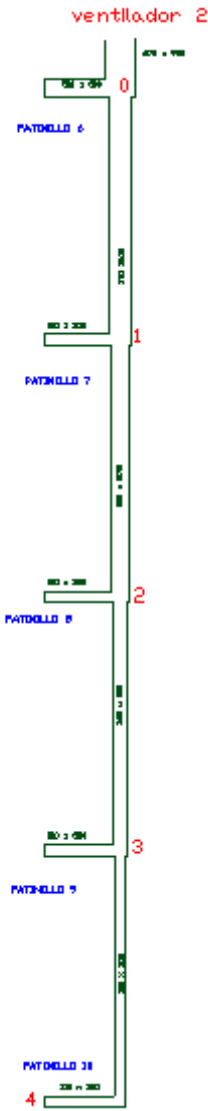
• ALA IZQUIERDA

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
Ventilador 1	1	9812	2	0,06	0,06	6,45	600	750	733
1	Patinillo 1	2060	2,5	0,1	0,25	5,38	325	350	368
1	2	7752	8,1	0,058	0,47	6	590	650	675
2	3	5814	8,1	0,069	0,56	6	500	575	585
3	4	3876	8,1	0,1	0,81	6,3	365	500	466
4	5	1938	9,1	0,1	0,91	5,3	310	350	360

• ALA DERECHA

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
3	4	1938	9,1	0,1	0,91	5,3	310	350	360
2	3	3876	8,1	0,1	0,81	6,3	365	500	466
1	2	5814	8,1	0,069	0,56	6	500	575	585
0	1	7752	8,1	0,058	0,47	6	590	650	675
0	Patinillo 6	6366	1	0,07	0,07	6,17	510	600	605
Ventilador 2	0	14118	1	0,05	0,05	6,56	675	950	874

Figura 7-10 Distribución de conductos de impulsión por la azotea (ala derecha)



7.3.2 RETORNO Y EXTRACCIÓN

7.3.2.1 Retorno conductos patinillo 2-3-4-5-7-8-9-10. Planta primera y baja

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
0	1	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213
0	2	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213
0	Patinillo	223,2	1	0,08	0,08	2,81	135	175	168
3	4	255	4	0,08	0,32	2,9	150	175	176
3	5	255	4	0,08	0,32	2,9	150	175	176
3	Patinillo	510	3	0,08	0,24	3,46	175	250	228

7.3.2.2 Retorno patinillo 1. Planta primera

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
1	2	255	3	0,08	0,24	2,9	150	175	176
2	3	510	4	0,1	0,4	3,79	160	250	218
4	5	255	5,2	0,08	0,416	2,9	150	175	176
4	3	510	1	0,1	0,1	3,79	160	250	218
3	6	1020	3	0,1	0,3	4,51	190	350	283
6	7	1085	5,1	0,11	0,561	4,79	190	350	283
7	8	1133	7,88	0,1	0,788	4,63	205	350	294
12	8	255	4,4	0,0352	0,015	2,9	150	175	176
13	8	255	4,4	0,0352	0,015	2,9	150	175	176
8	Patinillo	1643	1	0,1	0,1	5,08	225	425	338
14	15	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213
16	15	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213

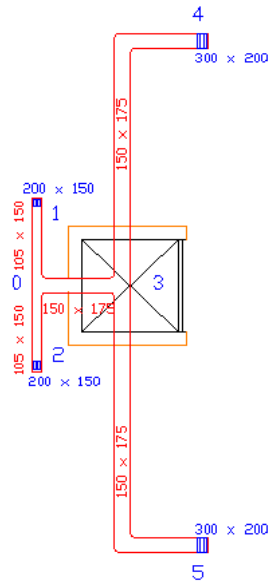


Figura 7-11 Distribución de retorno conductos por patinillo 2-3-4-5-7-8-9-10)

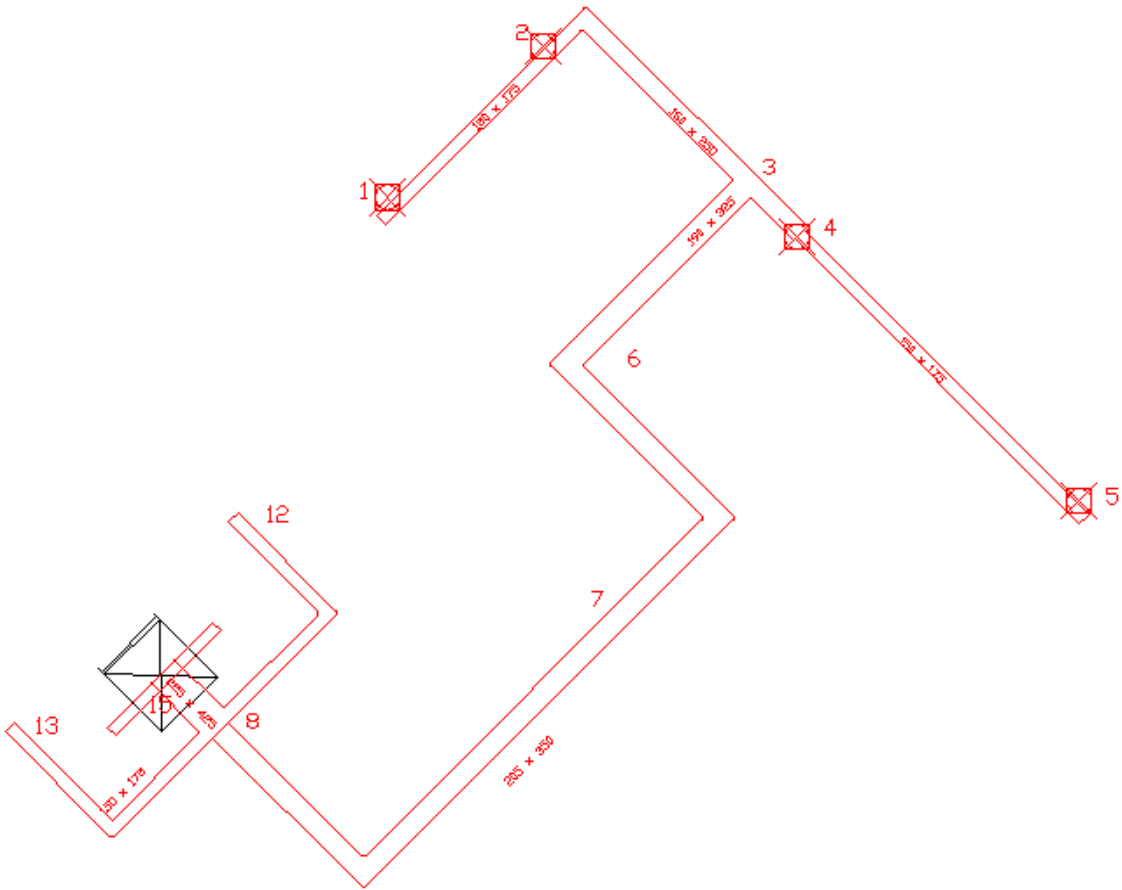


Figura 7-12 Distribución de retorno de la PP por el patinillo 1.

7.3.2.3 Retorno patinillo 6. Planta primera

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
1	2	255	5,72	0,08	0,4576	2,9	150	175	176
2	3	510	1	0,1	0,1	3,79	160	250	218
4	5	255	4,63	0,08	0,3704	2,9	150	175	176
4	3	510	4,4	0,1	0,44	3,79	160	250	218
3	6	1020	1,3	0,1	0,13	4,51	190	350	283
6	7	1085	3,2	0,11	0,352	4,79	190	350	283
7	8	1133	8,24	0,1	0,824	4,63	205	350	294
12	8	255	5	0,08	0,4	2,9	150	175	176
13	8	255	5	0,08	0,4	2,9	150	175	176
8	Patinillo	1643	1	0,1	0,1	5,08	225	425	338
14	15	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213
16	15	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213

7.3.2.4 Retorno patinillo 1 y 6. Planta baja

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
1	2	85	4,2	0,08	0,336	2,2	90	120	117
2	3	128	11,5	0,09	1,035	2,56	90	175	137
3	4	255	4,4	0,0352	0,132	2,9	150	175	176
3	5	255	4,4	0,0352	0,132	2,9	150	175	176
3	Patinillo	630	1	0,1	0,1	5,08	225	425	338
6	Patinillo	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213
7	Patinillo	111,6	1	0,1	0,1	0,86	150	250	213

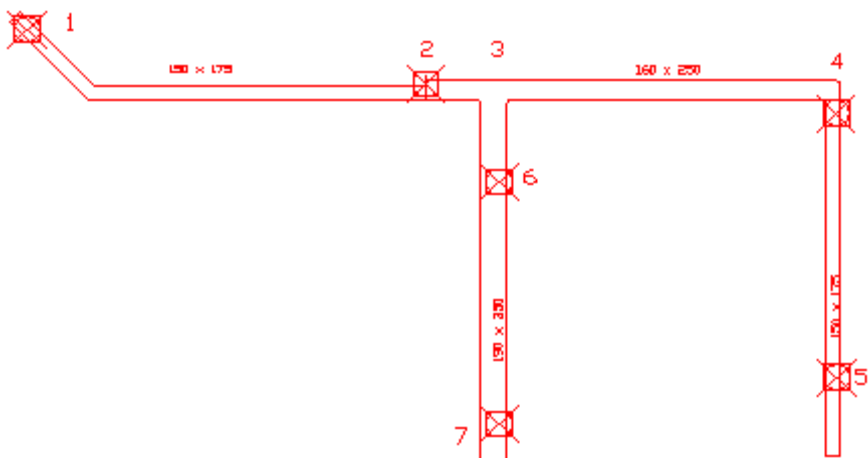


Figura 7-13 Distribución de retorno de la PP por el patinillo 6.

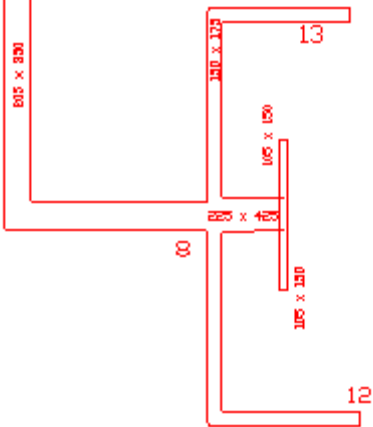
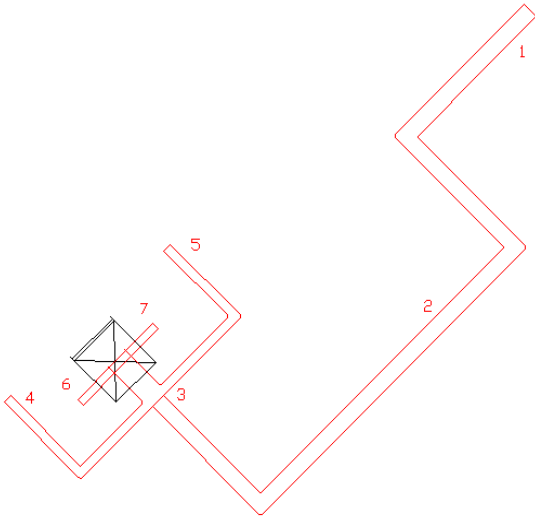


Figura 7-14 Distribución de retorno de la PB por el patinillo 1 y 6.



7.3.2.5 Azotea

PATINILLOS	PASILLOS /ALMACENES		BAÑOS	
	PLANTA 1	PLANTA BAJA	PLANTA BAJA	PLANTA PRIMERA
1	1643	610	223,2	223,2
2	510	510	223,2	223,2
3	510	510	223,2	223,2
4	510	510	223,2	223,2
5	510	510	223,2	223,2
6	1643	610	223,2	223,2
7	510	510	223,2	223,2
8	510	510	223,2	223,2
9	510	510	223,2	223,2
10	510	510	223,2	223,2

• RETORNO AZOTEA ALA DERECHA (HABITACIONES)

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)
1	2	1020	8	0,1	0,8	4,51	190	350
2	3	2040	8	0,1	0,8	5,37	250	450
3	4	3060	8	0,1	0,8	5,94	320	475
4	5	4080	8	0,1	0,8	6,39	380	500
5	Ventilador	6333	1	0,08	0,08	6,5	480	600

• RETORNO AZOTEA ALA IZQUIERDA (HABITACIONES)

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)
1	2	1020	8	0,1	0,8	4,51	190	350
2	3	2040	8	0,1	0,8	5,37	250	450
3	4	3060	8	0,1	0,8	5,94	320	475
4	5	4080	8	0,1	0,8	6,39	380	500
5	Vent	6333	2	0,08	0,16	6,5	480	600

Figura 7-15 Distribución de conductos retorno por la azotea (Ala derecha)

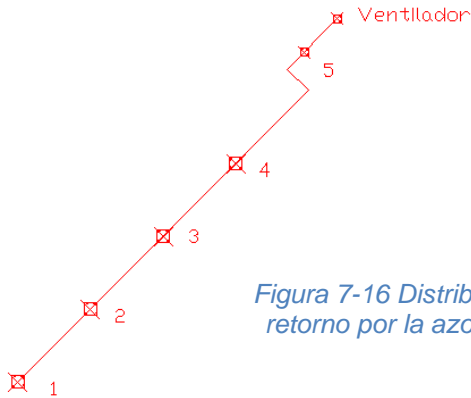
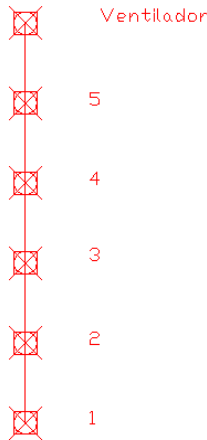


Figura 7-16 Distribución de conductos retorno por la azotea (Ala izquierda)

• **EXTRACTOR BAÑOS ALA IZQUIERDA**

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
a	b	446,4	10	0,08	0,8	3,34	160	250	218
b	c	892,8	8	0,08	0,64	3,98	190	350	282
c	d	1339,2	8	0,08	0,64	4,4	200	450	328
d	e	1785	8	0,1	0,8	5,19	225	450	249
e	Extractor	2232	3	0,1	0,3	5,01	330	400	397

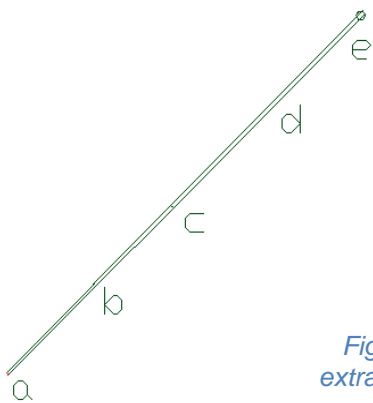


Figura 7-17 Conductos de extracción de los baños por la azotea (Ala izquierda)

• **EXTRACTOR BAÑOS ALA DERECHA**

Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)	Velocidad (m/s)	H (mm)	W (mm)	Diámetro equivalente (mm)
a	b	446,4	9	0,08	0,72	3,34	160	250	218
b	c	892,8	8	0,08	0,64	3,98	190	350	282
c	d	1339,2	4,52	0,08	0,3616	4,4	200	450	328
d	e	892,8	3,48	0,08	0,2784	3,98	190	350	282
e	f	446,4	9	0,08	0,72	3,34	160	250	218
d	Extractor	2232	1	0,1	0,1	5,01	330	400	397

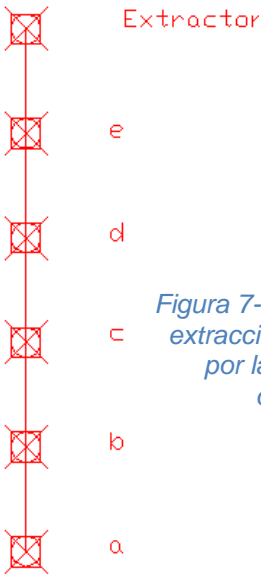


Figura 7-18 Conductos de extracción de los baños por la azotea (Ala derecha)



7.4 CÁLCULO DE CONDUCTOS LOCALES POR PATINILLOS

7.4.1 PATINILLO 11

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSIÓN RESTAURANTE (9) Y ASEOS RESTAURANTE	1	2	352	150	250	4,13	2,25	0,1	0,225
	2	3	704	205	250	4,11	5	0,1	0,5
	3	4	1350	290	300	4,64	2	0,09	0,18
	4	5	2700	290	500	5,51	4,5	0,09	0,405
	5	6	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	5	7	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	4	8	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	4	9	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	3	10	3404	333	500	5,84	3	0,09	0,27
	10	11	3854	340	550	5,44	3	0,07	0,21
	11	12	4304	340	600	5,59	3	0,07	0,21
	12	Patinillo	4754	340	660	5,73	15,26	0,08	1,2208

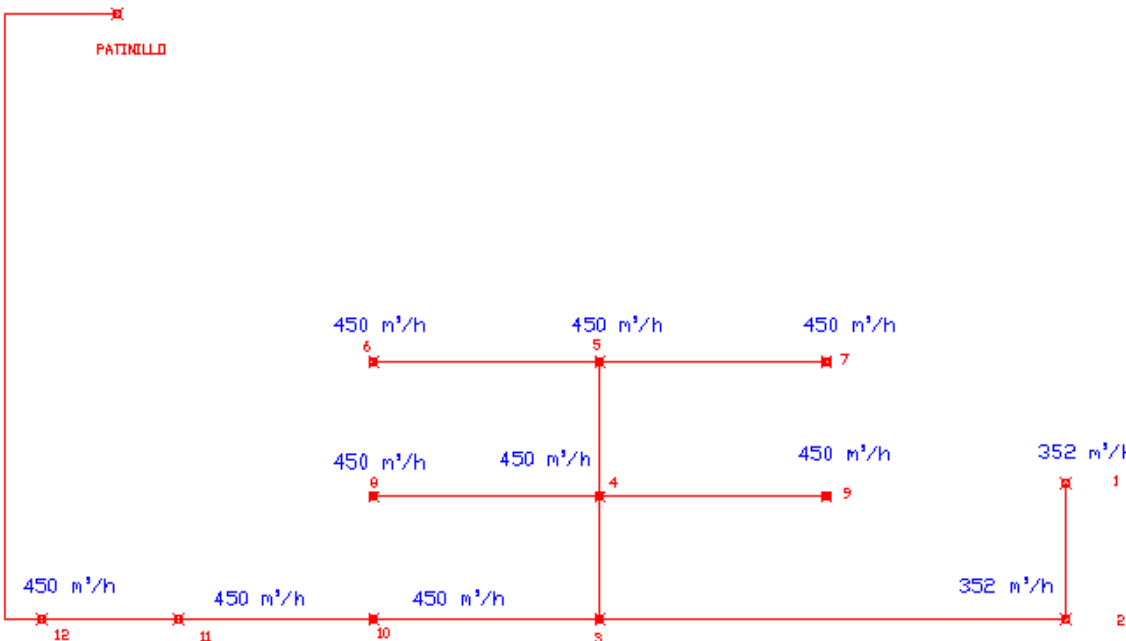


Figura 7-19 Conductos de impulsión de aire del restaurante y de los aseos por el patinillo 11

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSIÓN ALMACÉN, CUARTO CONTROL Y VESTIBULO DE OFICINAS	Patinillo	1	653,6	250	210	3,68	2	0,08	0,16
	1	2	570,53	250	190	3,55	2,2	0,08	0,176
	2	3	47,62	100	75	1,93	4,15	0,08	0,332

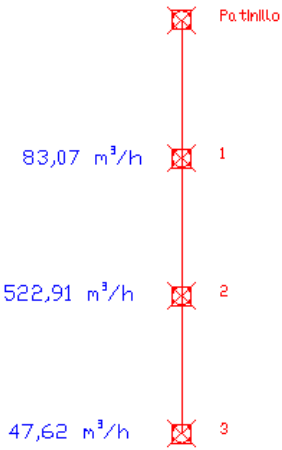


Figura 7-20 Conductos de impulsión de aire del almacén (6), pasillo y cuarto de control

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSIÓN VESTIBULO/RECEPCIÓN (21) Y OFICINAS (2)	15	Patinillo	5105	395	625	6,16	11	0,08	0,88
	15	16	2789	345	450	5,29	3,5	0,08	0,28
	11	15	2316	340	400	5,05	2	0,08	0,16
	6	11	1544	295	325	4,79	2	0,1	0,2
	12	11	579	250	225	3,02	2	0,053	0,106
	13	12	386	250	170	2,73	2	0,053	0,106
	14	13	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	7	6	579	250	225	3,02	2	0,053	0,106
	8	7	386	250	170	2,73	2	0,053	0,106
	9	8	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	4	6	772	225	250	4,03	2	0,09	0,18
	3	4	579	250	225	3,02	2	0,053	0,106
	2	3	386	250	170	2,73	2	0,053	0,106
	1	2	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	16	17	1052	250	300	4,15	5	0,08	0,4
	17	18	526	225	225	3,09	2	0,06	0,12
	17	19	526	225	225	3,09	2	0,06	0,12
	16	20	1737	305	325	5,15	4	0,1	0,4
	20	21	772	225	250	4,03	2	0,09	0,18
	21	22	386	250	170	2,73	2	0,053	0,106
	22	23	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	21	24	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	20	25	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	26	27	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162
	20	26	579	250	225	3,02	2	0,053	0,106
	26	28	193	145	145	2,72	2	0,081	0,162

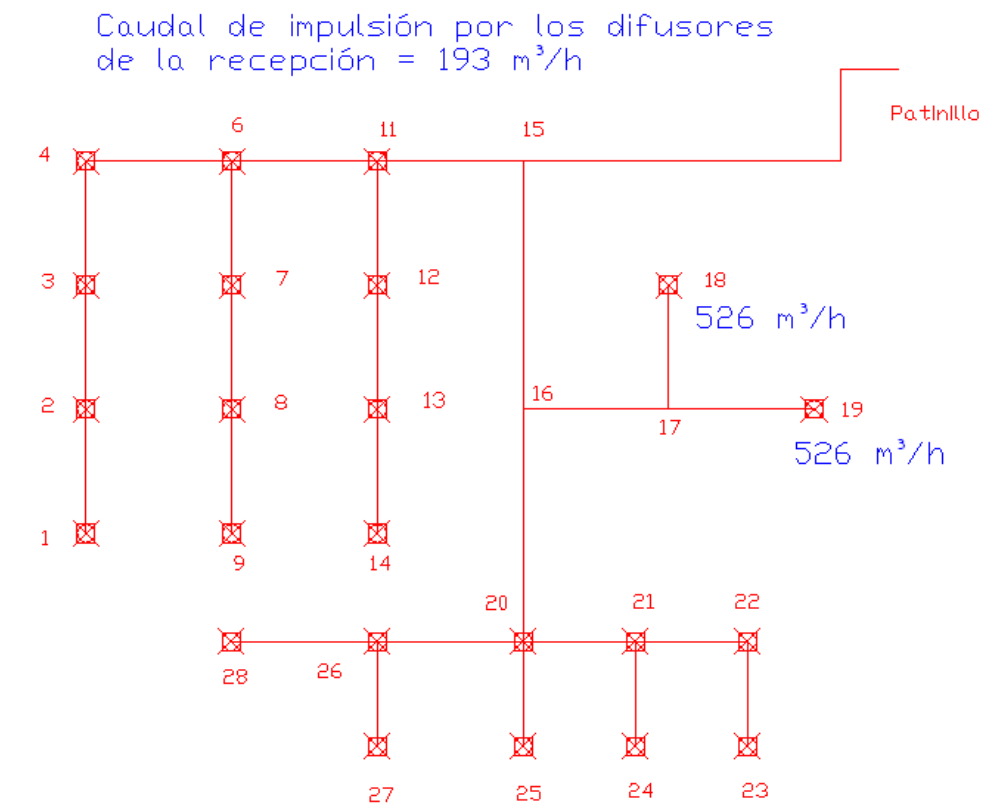


Figura 7-21 \_Conductos de impulsión de aire de las oficinas y la recepción por el patinillo 11

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
RETORNO PARTE VESTIBULO (13)	12	13	163	125	150	2,6	1,5	0,08	0,12
	11	12	326	125	250	3,09	1,5	0,08	0,12
	10	11	489	170	250	3,42	1,5	0,08	0,12
	9	10	652	210	250	3,68	1,5	0,08	0,12
	8	9	815	250	250	3,89	1,5	0,08	0,12
	7	8	978	260	275	4,07	1,5	0,08	0,12
	6	7	1141	265	300	4,23	1,5	0,08	0,12
	5	6	1304	295	300	4,37	1,5	0,08	0,12
	4	5	1467	295	325	4,51	1,5	0,08	0,12
	3	4	1630	320	325	4,63	1,5	0,08	0,12
	2	3	1793	320	350	4,74	1,5	0,08	0,12
	1	2	1956	320	375	4,84	1,5	0,08	0,12
	Patinillo	1	2119	320	400	4,94	9,3	0,08	0,744

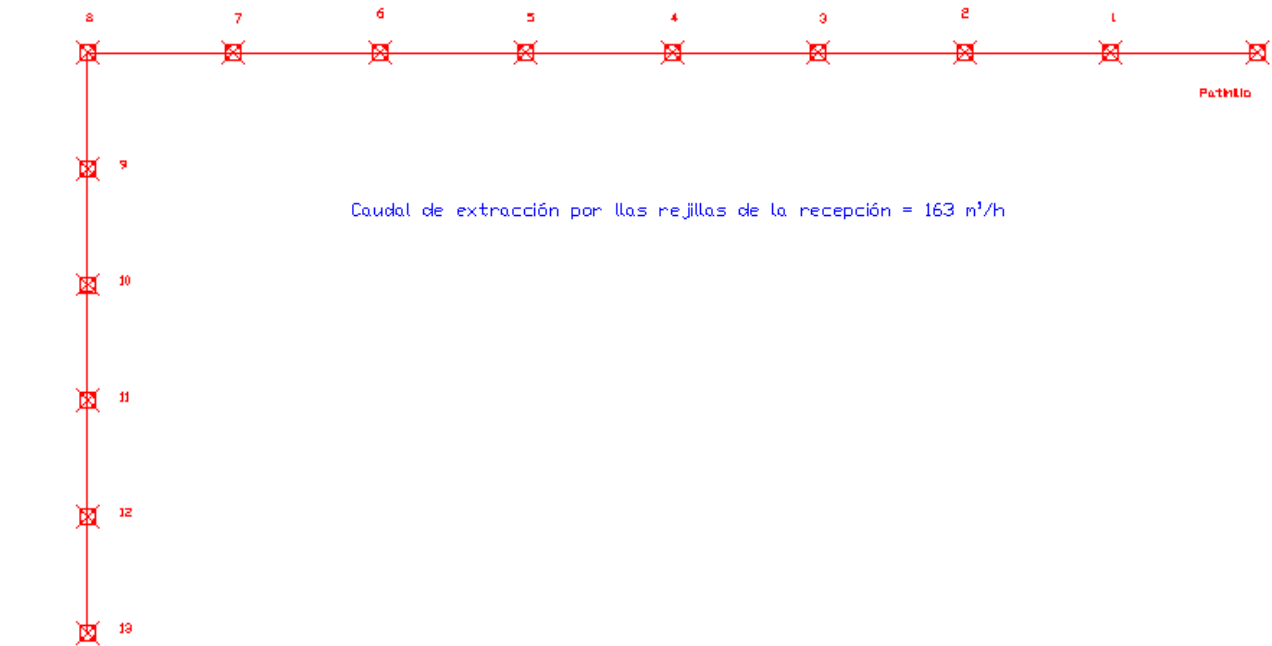


Figura 7-22 Distribución de los conductos de retorno de aire de la recepción (13) por el patinillo 11

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
RETORNO PARTE RESTAURANTE (7) Y OFICINAS (2)	1	2	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	2	3	426	200	200	3,13	0,5	0,07	0,035
	4	5	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	5	6	426	200	200	3,13	0,5	0,07	0,035
	2	5	852	200	235	3,93	2,05	0,08	0,164
	5	7	1704	270	400	4,68	2,05	0,08	0,164
	8	9	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	8	7	852	200	235	3,93	2,05	0,08	0,164
	10	11	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	12	10	2982	330	500	5,34	9	0,08	0,72
	10	7	2556	325	450	5,18	8,9	0,08	0,712
	12	13	3508	335	550	5,61	4,7	0,08	0,376
	13	Patinillo	4034	340	575	6,1	5	0,09	0,45

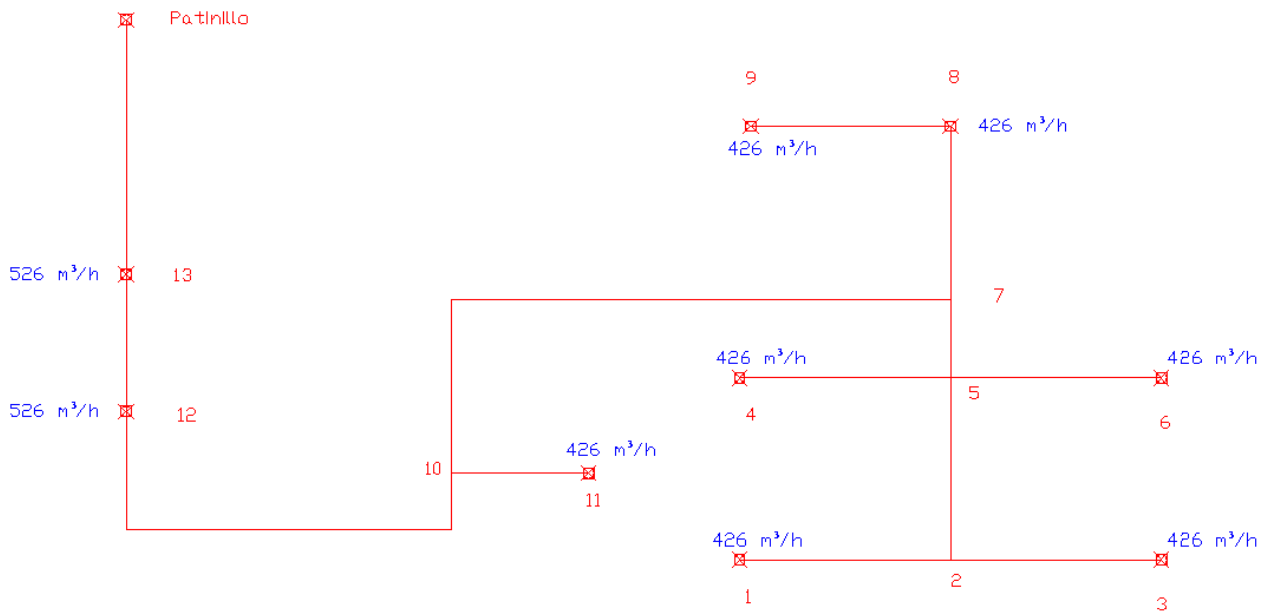


Figura 7-23 Conductos de retorno de aire de la oficina y restaurante por patinillo 11

7.4.2 PATINILLO 12

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSIÓN AL RESTAURANTE (9)	1	4	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	2	3	1350	290	300	4,64	2	0,09	0,18
	1	2	2700	290	500	5,51	2	0,09	0,18
	PATINILLO	1	4050	340	575	6,1	11	0,09	0,99
	2	5	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	3	6	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	7	1	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	8	2	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27
	9	3	450	190	200	3,52	3	0,09	0,27

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga mmca/m	Pérdida de carga mmca
RETORNO RESTAURANTE (4)	1	2	426	200	200	3,13	2,2	0,07	0,154
	2	3	852	200	235	3,93	2,2	0,08	0,176
	3	4	1278	270	325	4,35	2,2	0,08	0,176
	4	Patinillo	1704	270	400	4,68	6,84	0,08	0,5472

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga mmca/m	Pérdida de carga mmca
RETORNO PARTE RESTAURANTE (8)	1	2	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	2	3	852	200	235	3,93	2	0,07	0,14
	3	4	1278	270	325	4,35	2	0,07	0,14
	4	6	1704	270	400	4,68	2	0,09	0,18
	5	4	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	8	7	426	200	200	3,13	2	0,07	0,14
	6	8	2556	280	475	5,68	2	0,1	0,2
	8	Patinillo	3408	330	500	6,1	3,5	0,1	0,35

Caudal de impulsión por los difusores de la recepción = 450 m³/h

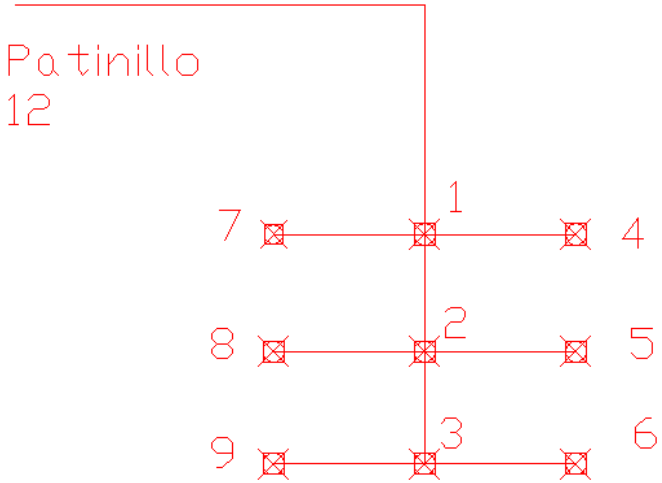


Figura 7-24 Distribución de los conductos de impulsión de aire del restaurante (9) por el patinillo 12

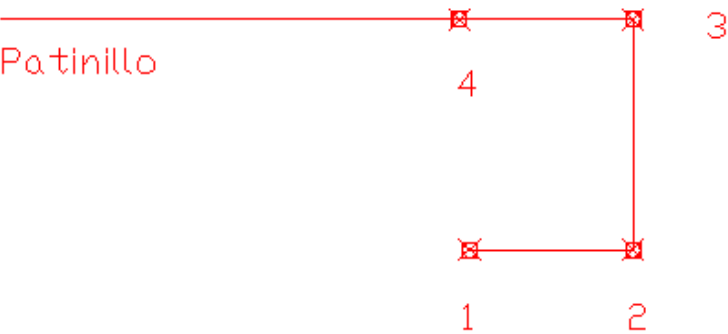
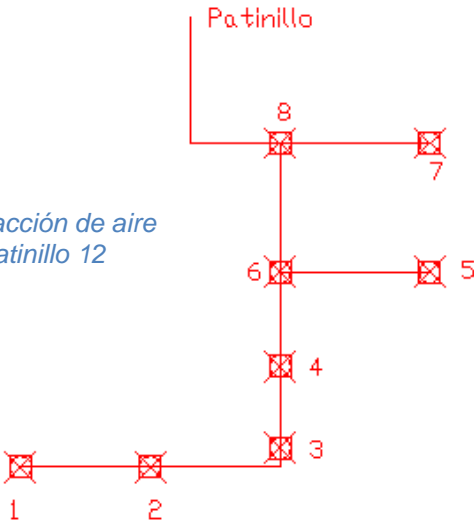


Figura 7-25 Distribución de los conductos de retorno del restaurante (4) por el patinillo 12

Figura 7-26 Conductos de extracción de aire del restaurante (8) por el patinillo 12



	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga mmca/m	Pérdida de carga mmca
EXTRACCIÓN ALMACÉN, CUARTO CONTROL Y VESTIBULO DE OFICINAS	Patinillo	1	653,6	250	210	3,68	2	0,08	0,16
	1	2	570,53	250	190	3,55	2,2	0,08	0,176
	2	3	47,62	100	75	1,93	4,15	0,08	0,332

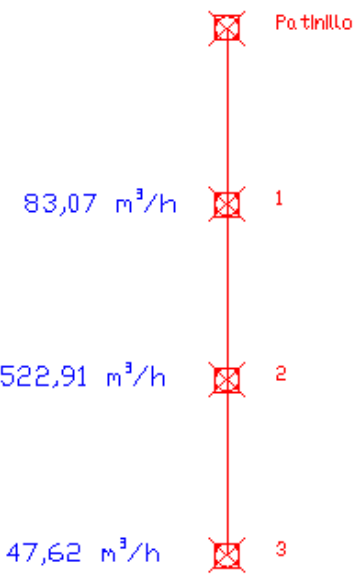


Figura 7-27 Conductos de extracción de aire del almacén, cuarto de control y vestíbulo de oficinas

7.4.3 PATINILLO 13

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
EXTRACCIÓN LAVANDERÍA, ASEOS Y COCINA	6	7	380,52	187,5	187,5	3,21	3	0,08	0,24
	5	6	761,04	250	235	3,82	3,96	0,08	0,3168
	1	2	247	200	125	2,88	1,85	0,08	0,148
	3	4	247	200	125	2,88	1,85	0,08	0,148
	2	4	493	325	130	3,43	3,14	0,08	0,2512
	4	5	988	400	180	4,08	7,29	0,08	0,5832
	5	8	1749	425	260	4,71	3,83	0,08	0,3064
	8	PATINILLO	4749	500	445	6,35	3	0,09	0,27

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSIÓN COCINA	PATINILLO	1	2724	290	500	5,51	3,13	0,09	0,2817
	4	6	454	190	200	3,52	2	0,09	0,18
	1	4	1362	290	300	4,64	1,85	0,09	0,1665
	1	2	454	190	200	3,52	2	0,09	0,18
	1	3	454	190	200	3,52	2	0,09	0,18
	4	5	454	190	200	3,52	2	0,09	0,18

Figura 7-28 Distribución de los conductos de extracción de aire de la cocina por el patinillo 12

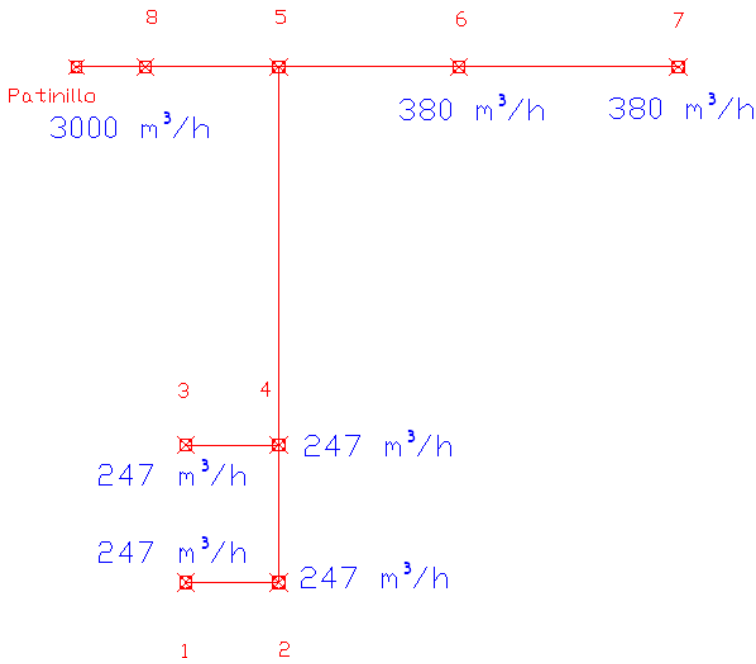
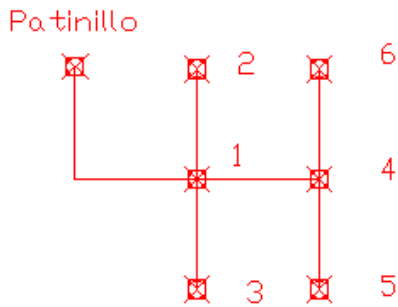


Figura 7-29 Distribución de los conductos de impulsión de aire de la cocina por el patinillo 12



Caudal de impulsión por los difusores de la cocina = 454 m³/h

7.4.4 PATINILLO 14

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
RETORNO VESTIBULO INDEPE Y ALM1	1	2	310,5	200	160	2,86	3	0,068	0,204
	2	3	621	250	215	3,4	3	0,068	0,204
	3	4	931,5	300	245	3,77	3	0,068	0,204
	4	5	1242	325	260	4,33	3	0,081	0,243
	5	6	1552,5	375	260	4,75	3	0,088	0,264
	6	7	1863	425	260	4,97	3	0,088	0,264
	7	8	2173,5	475	260	5,17	3	0,088	0,264
	8	9	2484	425	305	5,64	3	0,1	0,3
	9	10	2794,5	475	305	5,73	3	0,097	0,291
	10	11	3105	500	315	5,88	3	0,097	0,291
	11	Patinillo	3415,5	550	315	5,85	3	0,09	0,27
	Almacén 1	Patinillo	71,064	125	85	1,97	3	0,068	0,204

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPULSION LAVANDERÍA Y ALMACÉN	4	3	181,2	150	140	2,53	2	0,07	0,14
	3	2	362,4	200	140	3,8	2	0,12	0,24
	2	1	543,6	300	140	3,85	4	0,1	0,4
	1	Patinillo	643,08	325	145	4,02	5	0,1	0,5

Figura 7-30 Conductos de extracción de aire del almacén 1 y del vestíbulo

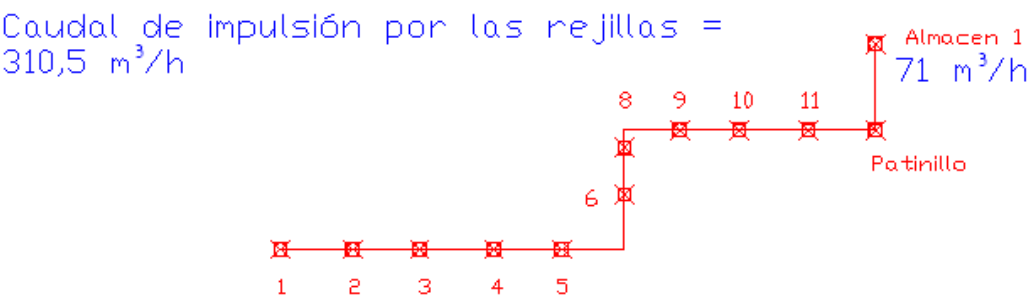
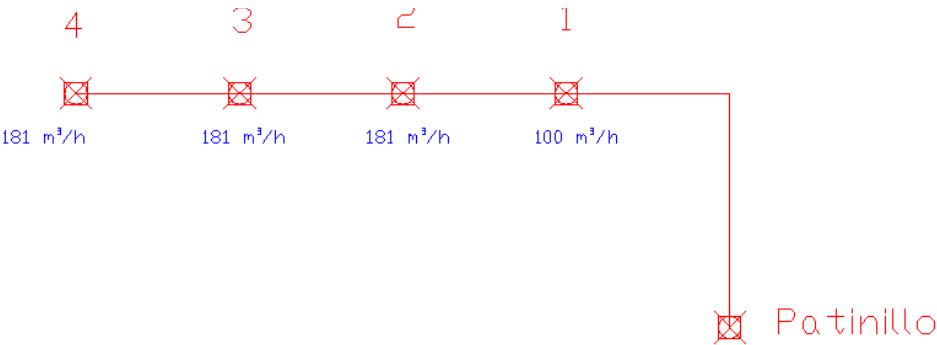


Figura 7-31 Conductos de impulsión de aire de ventilación de la lavandería y almacén 1 por el patinillo 14



7.4.5 PATINILLO 15

EXTRACCION DEL CUARTOS BASURAS	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H(mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
	1	2	113,24	150	100	2,25	2	0,07	0,14

Figura 7-32 Conductos de extracción del cuarto de basuras

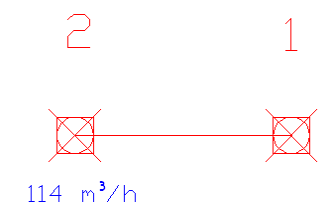
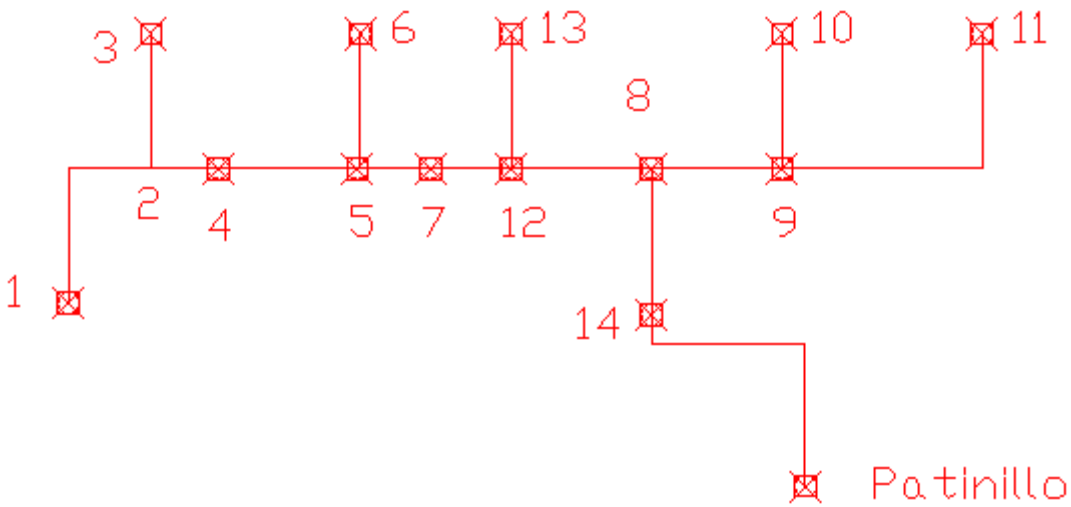


Figura 7-33 Impulsión de aire de vestíbulo independiente (8) y el cuarto basuras

IMPULSION VESTIBU IND (8) Y CUARTO BASURAS	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga mmca/m	Pérdida de carga mmca
	1	2	300	155	200	2,86	3,2	0,07	0,224
	2	3	300	155	200	2,86	1	0,07	0,07
	5	6	300	155	200	2,86	1	0,07	0,07
	9	10	300	155	200	2,86	1	0,07	0,07
	9	11	300	155	200	2,86	4,5	0,07	0,315
	12	13	300	155	200	2,86	1	0,07	0,07
	2	4	600	210	250	3,41	1	0,07	0,07
	4	5	900	255	275	3,77	1	0,07	0,07
	5	7	1200	270	325	4,06	1	0,07	0,07
	7	12	1500	320	325	4,1	1	0,07	0,07
	8	9	600	210	250	3,41	1	0,07	0,07
	8	12	1800	340	345	4,49	1	0,07	0,07
	8	14	2700	320	500	4,97	3,2	0,07	0,224
	14	Patinillo	2780,89	330	500	5,01	6	0,07	0,42





7.4.6 PATINILLO 16

EXTRACCION ASEOS GIMNASIO	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H(mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
	1	Patinillo	564	250	200	3,36	0,8	0,07	0,056
	2	Patinillo	736	250	250	3,59	2,2	0,07	0,154
	Patinillo	Azotea	1300	350	265	4,13	1	0,07	0,07

IMPULSION VESTIBU IND (6)	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
	1	2	300	155	200	2,86	2,5	0,07	0,175
	2	3	600	210	250	3,41	4	0,07	0,28
	3	4	900	255	275	3,77	3	0,07	0,21
	6	7	300	155	200	2,86	3,69	0,07	0,2583
	5	6	600	210	250	3,41	3	0,07	0,21
	5	8	900	255	275	3,77	1,5	0,07	0,105
	4	8	1200	270	325	4,06	1,8	0,07	0,126
	8	9	2100	315	425	4,67	4,5	0,07	0,315

IMPULSIÓN ASEOS GIMNASIO	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
	Patinillo	1	929	240	300	3,8	2,7	0,07	0,189
	1	3	403	195	200	3,08	1	0,07	0,07
	1	2	526	190	250	3,3	1	0,07	0,07

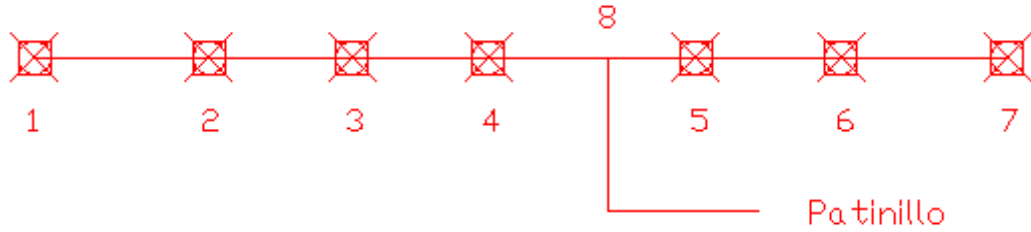
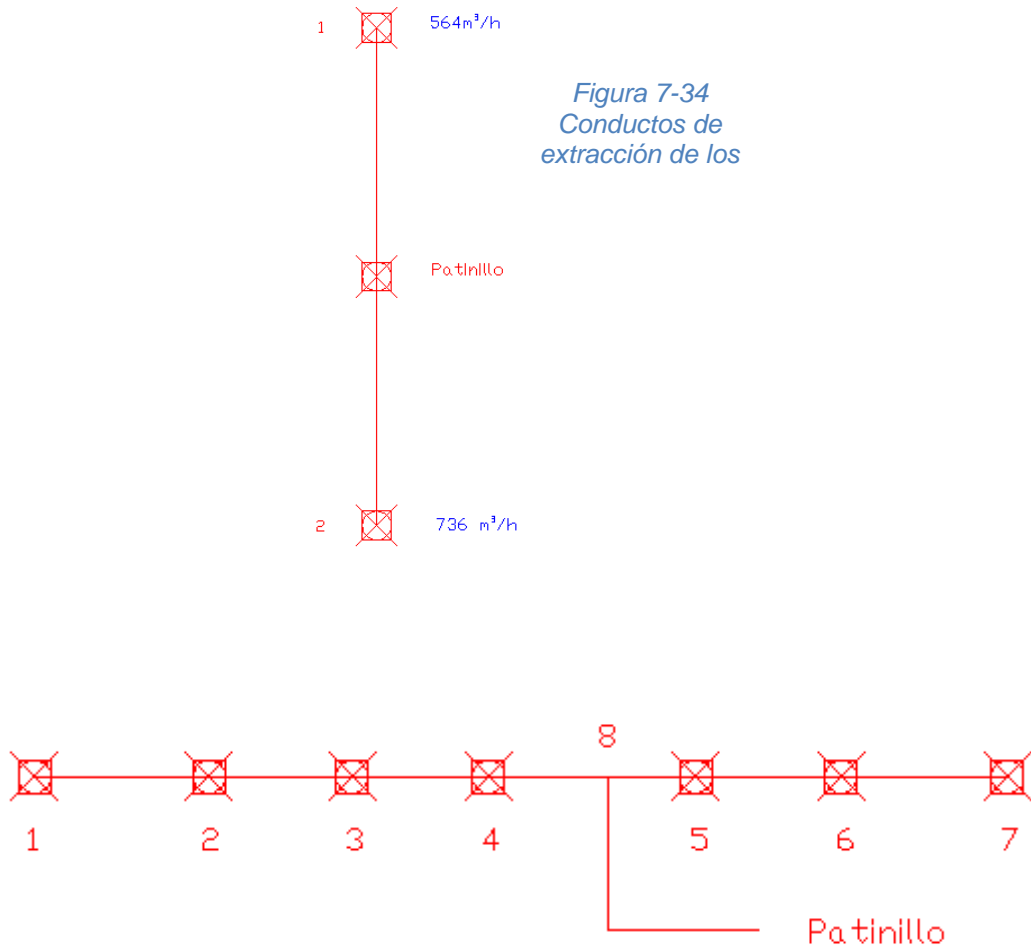
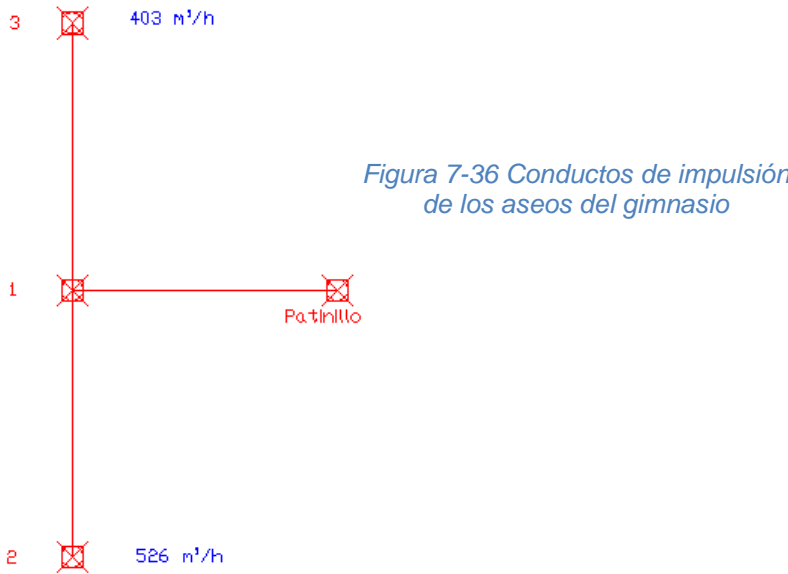


Figura 7-35 Conductos de impulsión de aire del vestíbulo independiente (6)



## 7.4.7 PATINILLO 17

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
IMPUSION GIMNASIO	21	22	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	20	21	876	275	250	3,75	1,16	0,07	0,081
	19	20	1168	325	265	4,03	0,84	0,07	0,058
	18	19	1752	375	310	4,46	1,16	0,07	0,081
	17	18	2044	375	350	4,64	0,84	0,07	0,058
	16	17	2628	425	370	4,94	2,5	0,07	0,175
	Patinillo	16	3509	525	375	5,31	1,16	0,07	0,081
	1	3	292	200	150	2,84	1,5	0,07	0,105
	5	7	292	200	150	2,84	1,5	0,07	0,105
	9	11	292	200	150	2,84	1,5	0,07	0,105
	13	14	292	200	150	2,84	1,5	0,07	0,105
	1	2	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	3	4	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	5	6	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	7	8	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	9	10	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	11	12	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	13	14	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	14	15	292	200	150	2,84	1	0,07	0,07
	3	16	584	325	155	3,38	1	0,07	0,07
	17	7	584	325	155	3,38	1	0,07	0,07
	19	11	584	325	155	3,38	1	0,07	0,07
	21	14	584	325	155	3,38	1	0,07	0,07

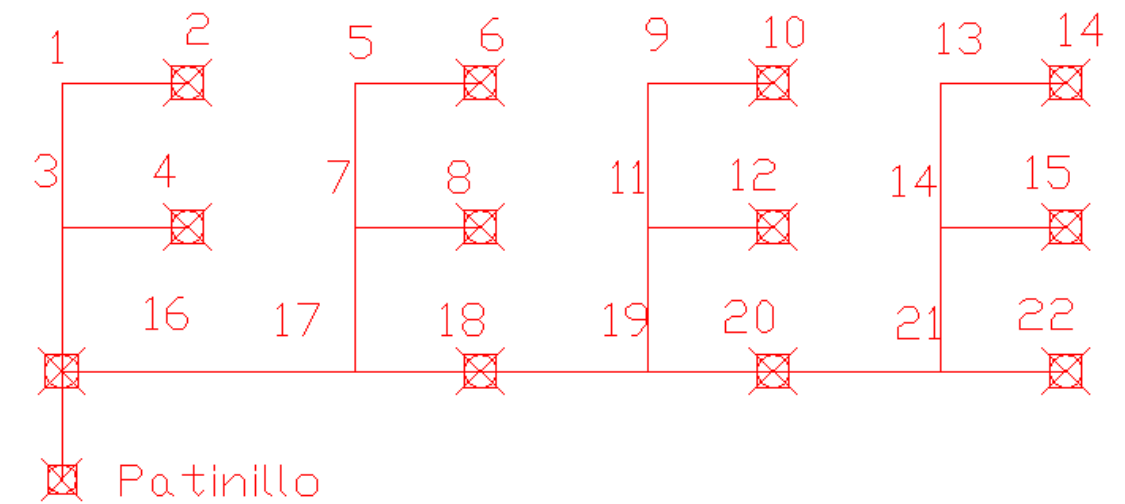


Figura 7-38 Conductos de impulsión de aire del gimnasio

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
RETORNO GIMNASIO	1	2	292	200	150	2,84	1,32	0,07	0,0924
	2	3	584	325	155	3,38	2,2	0,07	0,154
	3	4	876	275	250	3,75	2,2	0,07	0,154
	4	5	1168	325	265	4,03	2,2	0,07	0,154
	5	6	1460	325	315	4,26	2,2	0,07	0,154
	6	7	1752	375	310	4,46	2,2	0,07	0,154
	7	8	2044	375	350	4,64	1,64	0,07	0,1148
	8	patinillo	2366	400	365	4,81	4	0,07	0,28
	9	10	292	200	150	2,84	2,2	0,07	0,154
	10	11	584	325	155	3,38	2,2	0,07	0,154
	11	12	876	275	250	3,75	2,2	0,07	0,154
	12	patinillo	1168	325	265	4,03	2,2	0,07	0,154

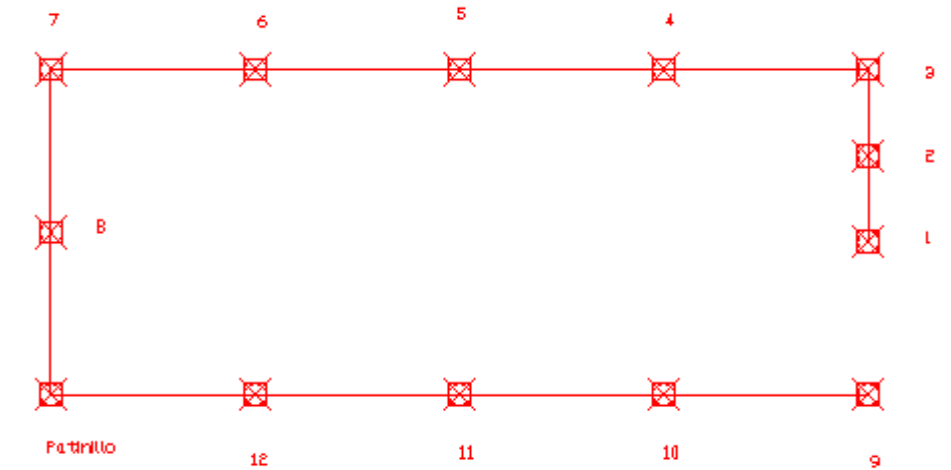


Figura 7-37 Conductos de retorno de aire del gimnasio por el patinillo 17

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Pérdida de carga (mmca)
RETORNO VESTIBULO (12)	1	2	163	125	150	2,6	1,5	0,08	0,12
	2	3	326	125	250	3,09	1,5	0,08	0,12
	3	4	489	170	250	3,42	1,5	0,08	0,12
	4	5	652	210	250	3,68	1,5	0,08	0,12
	5	6	815	250	250	3,89	1,5	0,08	0,12
	6	7	978	260	275	4,07	1,5	0,08	0,12
	7	8	1141	265	300	4,23	1,5	0,08	0,12
	8	9	1304	295	300	4,37	1,5	0,08	0,12
	9	10	1467	295	325	4,51	1,5	0,08	0,12
	10	11	1630	320	325	4,63	1,5	0,08	0,12
	11	12	1793	320	350	4,74	1,5	0,08	0,12
	12	Patinillo	1956	320	375	4,84	9,5	0,08	0,76

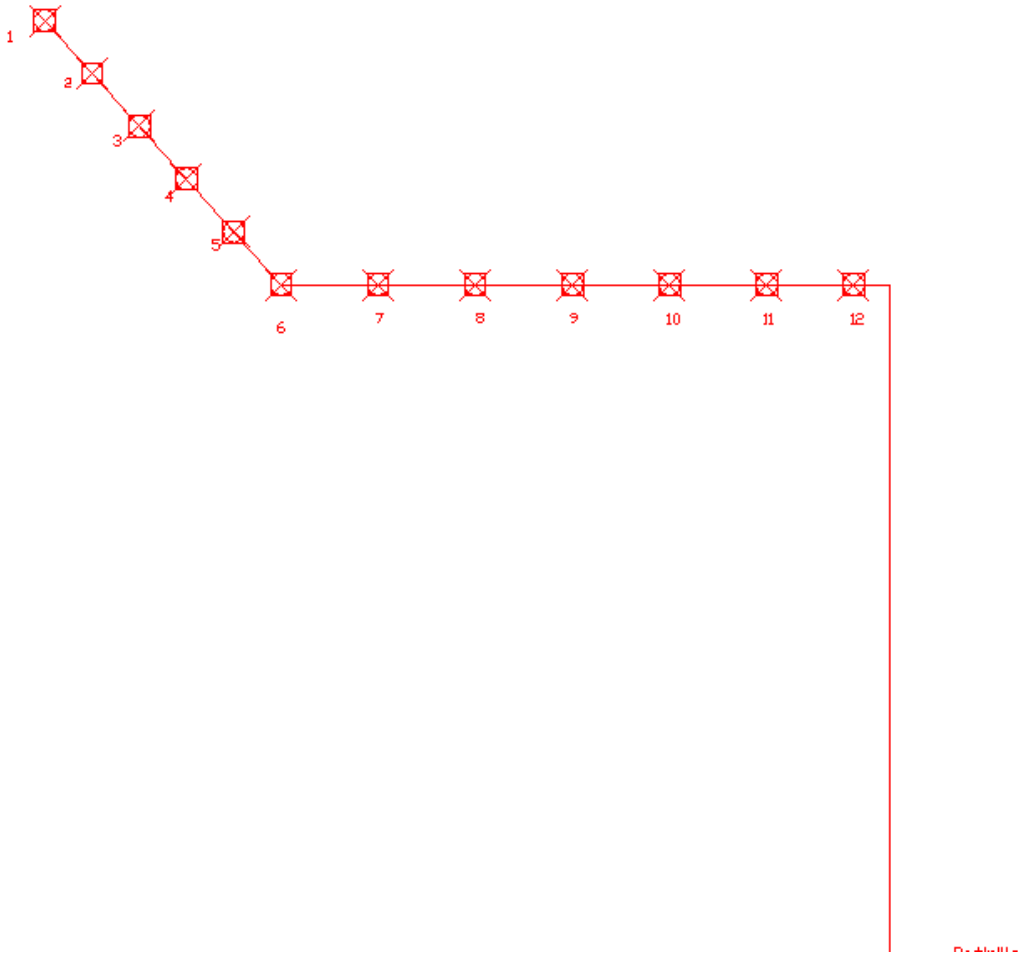


Figura 7-39. Conductos de retorno de aire del vestíbulo por el patinillo 17

## 7.5 AZOTEA CONDUCTOS CLIMATIZADORES

### 7.5.1 IMPULSIÓN

El caudal que impulsan los climatizadores y bajan por cada uno de los patinillos con el fin de satisfacer las necesidades térmicas viene descrito en las siguientes tablas:

#### CLIMATIZADOR

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
IMPULSION	0	Patinillo 12	4050	340	575	6,1	4,6	0,09	0,414
	0	Patinillo 11	9859	670	675	6,46	0,5	0,06	0,03
	0	Patinillo 16	929	240	300	3,8	28,3	0,07	1,98
	Climatizador	0	14857	805	825	6,64	0,8	0,05	0,04

CLIMATIZADOR	Caudales (m³/h)	Caudal total (m³/h)
Patinillo 11	4754 5105	9859
Patinillo 12	4050	4050
Patinillo 16	929	929
TOTAL		14857

#### GIMNASIO

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
IMPULSION GIMNASIO	Climatizador	Patinillo 17	3509	525	375	5,31	1,5	0,07	0,47

GIMNASIO	Caudales (m³/h)
Patinillo 17	3509
TOTAL	3509

#### COCINA

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
IMPULSION COCINA	Climatizador	Patinillo 13	2721	500	325	4,98	1,5	0,07	0,47

COCINA	Caudales (m³/h)
Patinillo 13	2721
TOTAL	2721

7.5.2 EXTRACCIÓN

El caudal de aire que retorna a los climatizadores de las dependencias climatizadas viene representado en las siguientes tablas:

CLIMATIZADOR

	Caudales (m³/h)	Caudal total (m³/h)
Patinillo 11	2119	6153
	4034	
Patinillo 12	1704	5112
	3408	
Patinillo 17	1956	1956
TOTAL		13220

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
RETORNO	Patinillo 12	Patinillo 11	6153	530	600	5,74	3,3	0,06	0,198
	Patinillo 11	0	11265	665	750	6,68	6,5	0,06	0,39
	Patinillo 17	0	1956	320	375	4,84	22,17	0,08	1,77
	0	Climatizador	13220	665	850	6,96	1	0,06	0,06

GIMNASIO

GIMNASIO	Caudales (m³/h)
Patinillo 17	3509
TOTAL	3509

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
RETORNO GIMNASIO	Patinillo 17	Climatizador	3509	525	375	5,31	8	0,07	0,56

## 7.6 AZOTEA CONDUCTOS VENTILADORES

El caudal de aire que se utiliza para ventilar los locales no climatizados se distribuye a través de una red de conductos que vienen representados en las siguientes tablas:

### 7.6.1 IMPULSIÓN VENTILADOR

A continuación se indican los valores de impulsión de cada dependencia no climatizada y por los patinillos:

	Qimpulsión (m³/h)	IMPULSION	Caudal (m³/h)
Basuras	80,89	Patinillo 11	653,6
Lavandería	543,6	Patinillo 14	643,04
Almacén 1	99,48	Patinillo 15	2780,89
Almacén 6	47,62	Patinillo 16	2100
Cuarto Control	83,06	Total	6160
Vestíbulo independiente	4781,7		
Vestíbulo Pasillo oficinas	522,9		
<b>TOTAL</b>	<b>6159,25</b>		

La distribución de los conductos de ventilación queda de la siguiente manera:

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	W (mm)	H (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (mmca/m)	Perdida de carga (mmca)
IMPULSION	Ventilador	A	6177,53	650	490	5,74	2	0,06	0,12
	A	Patinillo 11	653,6	250	210	3,68	16,33	0,08	1,30
	B	Patinillo 16	2100	425	315	4,67	10,56	0,07	0,74
	A	B	5523,04	550	450	6,6	3	0,09	0,27
	B	C	3423	500	385	5,28	14,64	0,07	1,02
	C	Patinillo 15	2780,89	500	330	5,01	7,52	0,07	0,53
	C	Patinillo 14	643,04	325	145	4,02	3,35	0,1	0,33

### 7.6.2 RETORNO VENTILADOR

A continuación se indican los valores de retorno de aire de cada dependencia no climatizada y por los patinillos. En los cuartos de basuras y lavandería el aire no es retornado al ventilador.

	<u>Qretorno (m³/h)</u>
Basuras	-
Lavandería	-
Almacén 1	71,06
Almacén 6	34,02
Cuarto Control	83,06
Vestíbulo independiente	3415,5
Vestíbulo Pasillo oficinas	522,9
<b>TOTAL</b>	<b>4140</b>

RETORNO	Caudal (m³/h)
Patinillo 12	653,6
Patinillo 14	3486,56
<b>Total</b>	<b>4140,16</b>

La distribución de los conductos de retorno queda de la siguiente manera:

	Punto inicial	Punto final	Caudal (m³/h)	H (mm)	W (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)	<u>Pérdida de carga (mmca/m)</u>	<u>Perdida de carga (mmca)</u>
<b>RETORNO</b>	Patinillo 12	D	653,6	210	250	3,68	6	0,08	0,48
	Patinillo 14	D	3486,56	370	475	5,88	29,85	0,09	2,68
	D	Ventilador	4140,16	380	525	6,14	1,5	0,09	0,135





## 7.7 ELECCIÓN DE DIFUSORES Y REJILLAS

### 7.7.1 DIFUSORES

Los difusores del restaurante y de la recepción irán instalados en el falso techo. Para elegir el modelo adecuado se hará restringiendo el ruido producido y la velocidad de impulsión.

Con estos datos y conociendo el caudal a impulsar seleccionando en tablas el número y modelo de difusor que emplearemos. Una vez conocido el modelo obtendremos el resto de características que nos son necesarios para la instalación.

Según el *RITE en la IT 1.1.4.1.3* la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada se calculará de la forma siguiente:

$$v = \frac{t}{100} - 0,07$$

Siendo:

Parámetros	
t	temperatura interior del recinto
v	velocidad máxima del aire en m/s

Además, según el *RITE en la IT 1.2.4.2.4* las caídas de presión máximas admisibles serán las siguientes:

- Elementos de difusión de aire: 40 a 200 Pa
- Rejillas de retorno de aire: 20 Pa

Los parámetros a tener en cuenta:

- **Caudal:** Es el caudal máximo que admite el difusor.
- **Diámetro del difusor.**
- **Velocidad efectiva:** Es la velocidad en la boca de impulsión. Una elevada velocidad efectiva puede producir efectos en el alcance, pérdida de carga y nivel sonoro, por lo que la hemos limitado a 6m/s.
- **Alcance:** Distancia horizontal desde la unidad de impulsión al punto en el que la velocidad alcanza un valor
- **Presión:** Es la pérdida de carga que sufre el aire al atravesar el difusor.
- **Nivel sonoro:** Cantidad de ruido que produce el aire al pasar por el difusor.

## 7.7.2 ELECCIÓN DE REJILLAS

La selección de las rejillas de extracción y de impulsión de los fancoils se realizara de un modo similar. Se tendrá en cuenta el nivel sonoro producido, el caudal, el alcance y la pérdida de carga. Con ello se obtiene las dimensiones de dichas rejillas. Las rejillas utilizadas serán de doble flexión.

En cuanto a la ventilación del cuarto de máquinas de la azotea será una ventilación cruzada natural.

	IMPULSIÓN			EXTRACCIÓN		
Recinto	Qimp (m <sup>3</sup> /h)	Nº Rejillas/ difusores	Caudal/rejilla (m <sup>3</sup> /h)	Qext (m <sup>3</sup> /h)	Nº Rejillas	Caudal/rejilla (m <sup>3</sup> /h)
Oficina	1052,22158	2	526,110788	1052,22158	2	526,110788
Restaurante	8099,55699	18	449,975388	8099,55699	19	426,292473
Vestíbulo	4068,96346	21	193,760165	4068,96346	25	162,758538
Gimnasio	3509,05685	12	292,421404	3509,05685	12	292,421404
Cocina	2721,35611	6	453,559352	3000	1	3000
Vest.Fem.Gim	526,174548	1	526,174548	736,644367	1	736,644367
Vest.Masc.Gim	403,40712	1	403,40712	564,769968	1	564,769968
Aseos restaurante	705,728163	2	352,864081	988,019428	4	247,004857
Basuras	80,89	1	80,89	113,24	1	113,24
Lavandería	543,6	3	181,2	761,04	2	380,52
Almacén 1 (1)	99,48	1	99,48	71,06	1	71,06
Almacén 2 (2)	32,45	1	32,45	23,18	1	23,18
Almacén 3 (2)	64,2	1	64,2	45,86	1	45,86
Almacén 4 (2)	32,45	1	32,45	23,18	1	23,18
Almacén 5 (2)	64,2	1	64,2	45,86	1	45,86
Almacén 6 (1)	47,62	1	47,62	34,02	1	34,02
Cuarto control	83,06	1	83,06	83,06	1	83,06
Pasillo PB (derecha)	6961,5	20	348,075	4972,5	20	248,625
Pasillo PB (izq)	6961,5	20	348,075	4972,5	20	248,625
Pasillo PP	17199	46	373,891304	12285	48	255,9375
Vest. Ind	4781,7	16	298,85	3415,5	11	310,5
Vest.Pasillo (oficinas)	522,9	1	522,9	522,9	1	522,9

Tabla. 7-0 Caudales y número de rejillas de impulsión y extracción

### 7.7.3 REJILLAS DE IMPULSIÓN

**Las rejillas de impulsión** de aire tendrán los siguientes tamaños:

PROPIEDADES	Habitaciones	Oficina	Cocina	Vestuario fem.gimnasio	Vestuario masc. Gimnasio
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	400	600	500	600	500
Área efectiva (m <sup>2</sup> )	0,029	0,054	0,037	0,054	0,037
Velocidad efectiva (m/s)	3,8	3,1	3,7	3,1	3,7
Alcance (m)	8,1	10	10,1	10	10,1
Pérdida de presión	15	9	14	9	14
Tamaño	300 x 150	400 x 200	300 x 200	400 x 200	300 x 200
Número	40	2	6	1	1

PROPIEDADES	Vestíbulo (oficinas)	Cuarto de control	Pasillos planta baja	Almacenes	Vestíbulo independencia
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	600	100	400	100	400
Área efectiva (m <sup>2</sup> )	0,054	0,012	0,029	0,012	0,029
Velocidad efectiva (m/s)	3,1	2,4	3,8	2,4	3,8
Alcance (m)	10	3,6	8,1	3,6	8,1
Pérdida de presión	9	6	15	6	15
Tamaño	400 x 200	200 x 100	300 x 150	200 x 100	300 x 150
Número	1	10	40	10	16

PROPIEDADES	Aseos Restaurante	Cuarto Basuras	Lavandería	Pasillo Planta primera
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	400	100	200	400
Área efectiva (m <sup>2</sup> )	0,029	0,012	0,018	0,029
Velocidad efectiva (m/s)	3,8	2,4	2,3	3,8
Alcance (m)	8,1	3,6	3,6	8,1
Pérdida de presión	15	6	5	15
Tamaño	300 x 150	200 x 100	200 x 150	300 x 150
Número	2	1	3	46

*Tabla. 7-0. Características de las rejillas de impulsión de los diferentes locales*

## 7.7.4 DIFUSORES DE IMPULSIÓN

### Difusores de impulsión:

PROPIEDADES	Gimnasio	Recepción	Restaurante
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	300	200	500
Área efectiva (m <sup>2</sup> )	0,028	0,028	0,048
Velocidad efectiva (m/s)	3	2	2,9
Alcance	1,2	0,8	1,5
Pérdida de presión (Pa)	7	3	6
Número	12	21	18

Tabla. 7-2. Características de difusores



Figura 7-39 Difusor DCU-4-ARQ

## 7.7.5 REJILLAS DE RETORNO HABITACIONES

En las habitaciones habrá rejillas de retorno de aire que llevarán el aire de retorno de vuelta al fancoil:

PROPIEDADES	Habitaciones
Modelo	Serie R
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	300
Área efectiva (m <sup>2</sup> )	0,036
Velocidad efectiva (m/s)	3,2
Pérdida de presión	4
Tamaño	300 x 200
Número	40

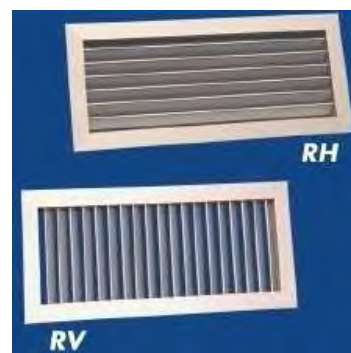


Figura 7-40 Rejillas de retorno RH y RV en las habitaciones

Tabla. 7-3. Características de las rejillas de retorno de las habitaciones

### 7.7.6 REJILLAS DE EXTRACCIÓN EN LOS DIFERENTES LOCALES:

PROPIEDADES	Oficina	Vestuario fem.gimnasio	Vestuario masc. Gimnasio	Aseos Restaurante	Gimnasio
Caudal (m3/h)	600	800	600	500	300
Área efectiva (m2)	0,041	0,056	0,041	0,038	0,026
Velocidad efectiva (m/s)	4	4	4	3,7	3,2
Pérdida de presión (Pa)	6	6	6	5	4
Tamaño	300 x 300	400 x 300	300 x 300	400 x 200	300 x 200
Número	2	1	1	4	12

PROPIEDADES	Baños	Vestíbulo Pasillo (oficinas)	Pasillo Planta Baja	Cuarto Basuras	Cuarto de control	Vest. independencia
Caudal (m3/h)	150	600	300	150	100	400
Área efectiva (m2)	0,017	0,041	0,026	0,012	0,008	0,020
Velocidad efectiva (m/s)	3,3	4	3,2	2,2	3,4	4,9
Pérdida de presión (Pa)	4	6	4	4	5	12
Tamaño	200 x 150	300 x 300	300 x 200	200 x 150	200 x 100	300 x 150
Número	40	1	40	1	1	11

PROPIEDADES	Lavandería	Almacenes	Pasillos Planta Primera	Restaurante	Recepción
Caudal (m3/h)	400	100	300	500	300
Área efectiva (m2)	0,034	0,008	0,026	0,038	0,026
Velocidad efectiva (m/s)	3,2	3,4	3,2	3,7	3,2
Pérdida de presión (Pa)	4	5	4	5	4
Tamaño	500 x 150	200 x 100	300 x 200	400 x 200	300 x 200
Número	2	10	48	19	17

Tabla. 7-4. Características de las rejillas de extracción de los diferentes locales

## 7.8 VENTILADORES

Es el elemento que convierte la energía del motor eléctrico en presión. Esta presión servirá al aire para atravesar todos los obstáculos hasta llegar al punto con más pérdida de carga de nuestro sistema.

Se colocarán dos ventiladores en la cubierta para impulsar y retornar el aire de ventilación que va a cada una de las habitaciones. Ambos son ventiladores centrífugos. Han sido seleccionados en función del caudal y de la pérdida de carga en el conducto

El ventilador centrífugo consiste en una rueda con álabes (impulsor) que gira de manera que la corriente entra en el sentido del eje de la rueda y sale en el sentido radial, produciéndose así una desviación de 90°. El aumento de la presión del aire se produce principalmente por la utilización de la fuerza centrífuga que despierte el aire desde los álabes de la rueda en la dirección de la rotación.

La pérdida de carga no es la misma en el ventilador de impulsión que en el de retorno.

Para la **pérdida de carga en la impulsión** tenemos en cuenta.

- Pérdida en el conducto.
- Pérdida en el difusor.
- Pérdida en las baterías de frío y calor.
- Pérdida en los filtros.
- Pérdidas en compartimento mezcla, freecoiling, recuperador de calor y humidificador (en caso que haya).
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento depresión (filtros sucios...)

Para el **ventilador de retorno únicamente tendremos en cuenta:**

- Pérdida en el conducto.
- Pérdida en la rejilla de retorno.
- Coeficiente del 5% de seguridad ya que puede aparecer un aumento depresión (filtros sucios...).

Las pérdidas producidas en los conductos son debidas como ya explicamos al rozamiento del aire con el conducto así como a la morfología del mismo.

Tendremos que elegir entre todos los posibles tramos el que tenga mayor pérdida de carga.

## 7.8.1 VENTILADORES

El cálculo de los ventiladores tanto de impulsión como de extracción de los diferentes locales se calculará teniendo en cuenta cuál es el tramo crítico, teniendo en cuenta la pérdida de carga por ese circuito, la pérdida de carga del difusor o rejilla y un porcentaje de seguridad.

### 7.8.1.1 Impulsión

Ventilador Impulsión	Conductos (Pa)	Difusor/Rejilla (Pa)	Seguridad 5%	Total (Pa)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Ventilador
<b>Ala izquierda</b>	42,29	15	2,8645	60,1545	9812	BVFC 18/18 1,1kW
<b>Ala derecha</b>	39,8	15	2,74	57,54	14118	BOX HBF 56 T4 1,5kW
<b>Locales</b>	29,2	15	2,21	46,41	14118	BOX HBF 56 T4 1,5kW

### 7.8.1.2 Extracción-Retorno

Ventilador retorno	Conductos (Pa)	Difusor/Rejilla (Pa)	Seguridad 5%	Total (Pa)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Ventilador
<b>Ala izquierda/derecha</b>	47	4	2,55	53,55	6333	CASSALS BD 12/12 T6 1,1kW
<b>Locales</b>	54,4	15	3,47	72,87	4140	HH 35 T2 0,55kW

## 7.8.2 VENTILADORES CLIMATIZADORES

### 7.8.2.1 IMPULSIÓN

Ventilador Impulsión	Filtros (Pa)	Baterías (Pa)	Mezcla (Pa)	Humidificador (Pa)	Recuperador de calor (Pa)	Silenciador (Pa)	Freecooling (Pa)	Conductos (Pa)	Difusor/Rejilla (Pa)	Seguridad 5% (Pa)
<b>Climatizador</b>	900	208	25	20	184	80	50	28	6	75,05
<b>Gimnasio</b>	900	130	25	35	207	60	50	12,14	7	71,307
<b>Cocina</b>	900	130		35	207	55	-	11	14	67,6

Ventilador Impulsión	Total (Pa)	Disponible (Pa)	Pérdida (Pa)	Caudal (m3/h)	Ventilador
<b>Climatizador</b>	1576,05	40	1616,05	14857	BOX BSTB 630 11kW
<b>Gimnasio</b>	1497,447	40	1537,447	3509	MBZM 401 T2 5,5kW P/R
<b>Cocina</b>	1419,6	40	1459,6	2721	AAVM/N 450 T2 4kW

### 7.8.2.2 RETORNO

Ventilador Extracción	Filtros (Pa)	Recuperador de calor (Pa)	Silenciador (Pa)	Conductos (Pa)	Difusor/Rejilla (Pa)	Seguridad 5%
<b>Climatizador</b>	150	184	80	36,87	5	22,7935
<b>Gimnasio</b>	900	207	60	12,57	4	59,1785

Ventilador Extracción	Total (Pa)	Disponible (Pa)	Pérdida (Pa)	Caudal (m3/h)	Ventilador
<b>Climatizador</b>	478,6635	30	13220	508,6635	BOX BV 18/18 5,5kW
<b>Gimnasio</b>	1242,7485	30	3509	1272,7485	MBRM 352 T2 2,2kW



## 7.9 EXTRACTORES

Se colocarán extractores para la expulsión del aire viciado de los aseos del restaurante y gimnasio, baños, lavandería, del cuarto de basuras y cocina. Se expulsará el aire por la azotea del edificio mediante los extractores.



*Figura 7-41. Extractor*

Se colocaran 5 extractores en la azotea.

### 7.9.1 EXTRACCIÓN DE BAÑOS DE LAS HABITACIONES.

Se utilizaran 2 extractores, uno en cada ala del edificio en la azotea. El caudal a extraer es de 2232 m<sup>3</sup>/h cada uno, por lo que se ha escogido el modelo HMTE 35 de la marca CASALS con capacidad de 2610 m<sup>3</sup>/h.

### 7.9.2 EXTRACCIÓN DE LOS ASEOS DEL GIMNASIO.

Se utiliza un extractor. El caudal a extraer es de 1301 m<sup>3</sup>/h, por lo que se ha escogido el modelo CVT 200- 4T de la marca SODECA con capacidad de 1450 m<sup>3</sup>/h.



*Figura 7-42. Extractor gimnasios*

### 7.9.3 EXTRACCIÓN DE COCINA-ASEOS RESTAURANTE-LAVANDERÍA.


Se utiliza un extractor. El caudal a extraer es de 4749 m<sup>3</sup>/h, por lo que se ha escogido el modelo CVT 200- 4T de la marca SODECA con capacidad de 4950 m<sup>3</sup>/h.

### 7.9.4 EXTRACCIÓN CUARTO DE BASURAS

Se utiliza un extractor con un caudal a extraer de 113,24 m<sup>3</sup>/h por lo que se ha escogido el modelo CA-ROOF 125 de la marca SODECA con capacidad de 350 m<sup>3</sup>/h.



*Figura 7-43. Extractor cuarto basuras*

A large, horizontal banner with a wavy, organic shape, colored in a solid orange. It is positioned in the center of the page, serving as a background for the chapter title.

## 8. ENERGÍA GEOTÉRMICA

**ÍNDICE DE ENERGÍA GEOTÉRMICA**

<b>8. ENERGÍA GEOTÉRMICA .....</b>	<b>289</b>
<b>8.1 GENERACIÓN DE CLIMATIZACIÓN POR BOMBA GEOTÉRMICA.....</b>	<b>291</b>
8.1.1 FUNCIONAMIENTO.....	291
8.1.2 VENTAJAS E INCOVENIENTES .....	293
<b>8.2 SISTEMAS DE CAPTACIÓN .....</b>	<b>295</b>
8.2.1 Colectores solares horizontales .....	295
8.2.2 Sondas geotérmicas .....	295
8.2.3 Captación de agua freática.....	296
<b>8.3 FUNDAMENTOS MÁQUINA FRIGORÍFICA Y BOMBA DE CALOR .....</b>	<b>297</b>
8.3.1 Bomba de calor .....	297
8.3.2 Ciclo calorífico .....	300
8.3.3 Ciclo Frigorífico.....	301
<b>8.4 TIPOS DE BOMBAS DE CALOR.....</b>	<b>302</b>
<b>8.5 APLICACIONES .....</b>	<b>303</b>
<b>8.6 SELECCIÓN INTERCAMBIADOR Y DIMENSIONAMIENTO.....</b>	<b>304</b>
<b>8.7 ESQUEMA SISTEMA GEOTERMICO.....</b>	<b>308</b>

## 8.1 GENERACIÓN DE CLIMATIZACIÓN POR BOMBA GEOTÉRMICA

### 8.1.1 FUNCIONAMIENTO

Las bombas de calor geotérmicas también se denominan bombas agua-agua ya que, tanto el fluido donde se da el intercambio de calor con el subsuelo, como el que circula por los fancoils para la climatización y ACS del edificio es el agua.

El intercambio térmico que se realiza con el terreno, se produce de forma indirecta a través de las llamadas sondas o intercambiadores geotérmicos, que se fabrican con tubos de polietileno, introducidos en el terreno mediante perforaciones a diferentes profundidades y formando circuitos conocidos como campo de sondas, por los que circula básicamente agua.



Figura 8-1 Bomba geotérmica

Para un buen funcionamiento del sistema son fundamentales las condiciones geológicas del terreno donde se produce el intercambio de temperatura, por lo que es necesario analizarlas previamente para el correcto dimensionamiento de la instalación, con objeto de optimizar la transferencia térmica al tiempo que el coste asociado a la instalación.

El calor será conducido, desde o hasta el terreno, por un agente intercambiador de calor que, suele ser agua con un aditivo, como algún glicol (alcohol especial de bajo punto de congelación). La forma de aumentar la temperatura del fluido de intercambio de calor deberá proceder de una fuente de energía ajena a la que se puede extraer del subsuelo; por medio de una bomba de calor.

Temperatura de Fusión °C	Porcentaje en peso de glicol (%)	Temp. °C	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Calor específico J/kg·K	Conductividad Térmica W/m·K	Viscosidad Dinámica mPa·s
-15	30.5	30	1035	3760	0.472	1.68
		20	1039	3730	0.463	2.19
		10	1043	3700	0.454	3.03
		0	1046	3665	0.444	4.35
		-10	1048	3635	0.435	6.80
		-15	1049	3620	0.430	8.60
-30	45.4	30	1054	3430	0.412	2.48
		20	1060	3385	0.405	3.29
		10	1065	3340	0.398	4.64
		0	1070	3295	0.391	6.90
		-10	1074	3250	0.384	10.7
		-20	1077	3205	0.378	18.0
		-30	1079	3160	0.371	33.0

Tabla. 8-1 Propiedades termofísicas para agua glicolada

La Temperatura del subsuelo viene determinada según una función F, tal que:

$$T_{sp} = F(T_{ss}, x, k, Ce, t)$$

Donde:

Parámetros	
$T_{sp}$	Temperatura del suelo a una determinada profundidad.
$T_{ss}$	Temperatura del suelo en superficie.
$x$	Profundidad bajo la superficie.
$k$	Conductividad térmica del terreno.
$Ce$	Calor específico del terreno.
$t$	Tiempo de intercambio de calor.

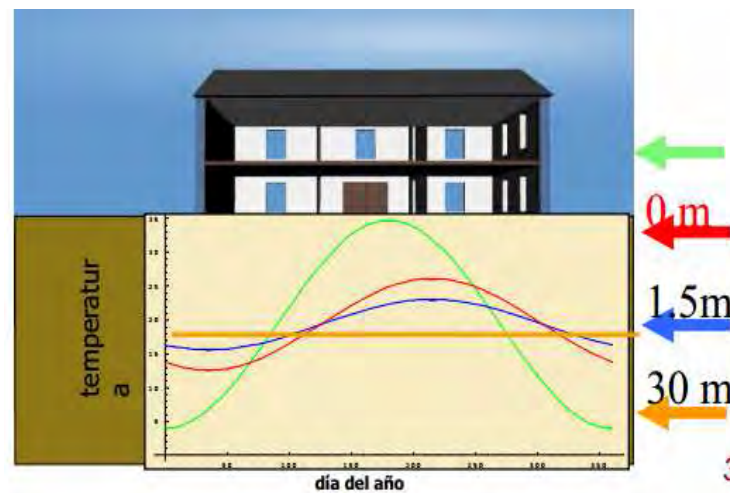


Figura 8-2 Variación temperatura del suelo

El modo de funcionamiento viene representado en el siguiente gráfico:



Figura 8-3 Esquema de funcionamiento bomba de calor

La bomba de calor geotérmica absorbe calor del terreno en periodo de calefacción a través de un conjunto de tuberías enterrado en el exterior para cederlo en la instalación interior.

En periodo de refrigeración cede el calor extraído en la instalación interior al terreno.

Los sistemas geotérmicos reversibles mejoran la recuperación del terreno al calentar en verano el terreno enfriado durante el periodo de calefacción.

### **8.1.2 VENTAJAS E INCOVENIENTES**

A parte de las ventajas energéticas, existen otras **ventajas**:

1. Impacto medioambiental muy reducido (pocos ruidos, no se emite aire caliente/frío a las vías públicas).
2. Nulo impacto estético (no existen unidades exteriores ni en fachadas ni en cubiertas), reducido mantenimiento, nula dependencia de combustibles fósiles (gas natural) y reducción de riesgo de explosiones al no existir instalación de suministro de gas natural.
3. Importantes ahorros económicos. Las bombas de calor geotérmicas de una eficiencia hasta 5 veces superior a la de los sistemas de calefacción y producción de ACS tradicionales basados en combustibles fósiles o en energía eléctrica.
4. Mantenimiento mínimo y larga vida útil

#### **En el caso de las desventajas:**

Frente a calderas:

1. No presentan emisiones de gases por combustión in situ, ni necesitan chimenea ni almacenamiento de combustible.
2. Pueden producir frío, calor y ACS.

Frente a bombas agua-aire

1. Las bombas de calor geotérmicas son más eficientes que las de aire, debido a la estabilidad de la  $T^a$  del terreno frente a las fluctuaciones de la  $T^a$  amb (diaria y estacional)
2. El agua tiene más capacidad de transporte del calor que el aire, mejores propiedades de transferencia de calor y se mueve muy eficientemente con pequeñas bombas de circulación.
3. No necesitan unidad exterior.

La comparación con un sistema convencional es:

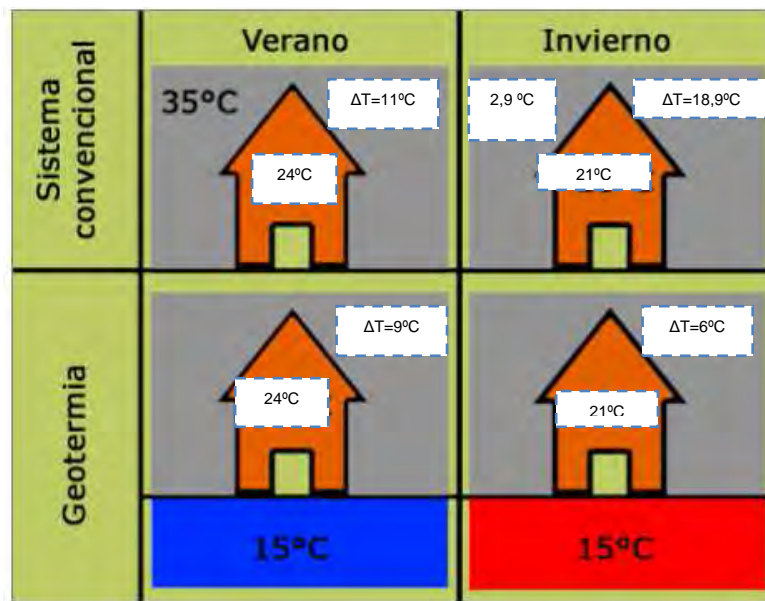


Figura 8-4 Comparación sistema convencional Vs Geotermia

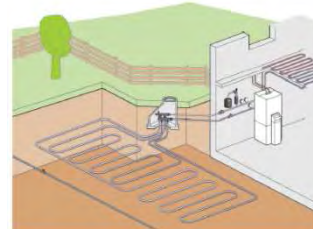


## 8.2 SISTEMAS DE CAPTACIÓN

### 8.2.1 Colectores solares horizontales

Mediante unos colectores horizontales, tubos de polietileno de 25 a 40 mm de diámetro, por los que circula agua con un anticongelante. Debido a la escasa profundidad a la que están enterrados los tubos, el clima tiene una influencia extraordinaria en esta modalidad de explotación.

El terreno sirve, por así decirlo, de acumulador de energía solar. Las capas de tubos que forman los serpentines o bucles geotérmicos permiten obtener de 20 a 30 W de energía térmica por m<sup>2</sup> ocupado por el bucle.



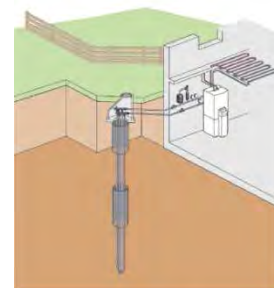
Potencia orientativa: 8-40 W/m<sup>2</sup>

Figura 8-5 Captación horizontal

### 8.2.2 Sondas geotérmicas

Si la superficie disponible para enterrar los colectores horizontales es insuficiente, si existen canalizaciones en el subsuelo, o si la demanda energética es mayor que la que pueden proporcionar los colectores horizontales, siempre se podrán utilizar colectores de calor, en posición vertical, en el interior de uno o varios sondeos, con profundidades que pueden ir desde cerca de 20 m hasta más de 100 m, y diámetros de perforación de tan sólo 10 a 15 cm.

Se llevará a cabo este tipo de instalación por medio de intercambiadores de calor enterrados de tipo vertical mediante sondas. En este sistema la tubería de captación está enterrada en sentido vertical, en forma de U, en uno o varios pozos normalmente de entre 70 y 150 metros de profundidad, el pozo se rellena de un mortero especial de alta conductividad



Potencia orientativa: 25-90 W/m

Figura 8-6 Perforación vertical

- **Ventajas:**

- No afectados por las condiciones ambientales.
- Menor superficie ocupada.
- Mayor COP.

- **Inconvenientes:**

- Coste más elevado que el sistema horizontal.
- En algunos terrenos la realización de las perforaciones puede ser complicada dada la poca uniformidad de tipos de terreno en España.



Escriba aquí la ecuación.



### Tipos de sondas:

- Tuberías en doble U: bajo coste del material de la tubería. Son las de uso más frecuente en Europa.
- Tuberías coaxiales (concéntricas): dos tuberías de distinto diámetro.

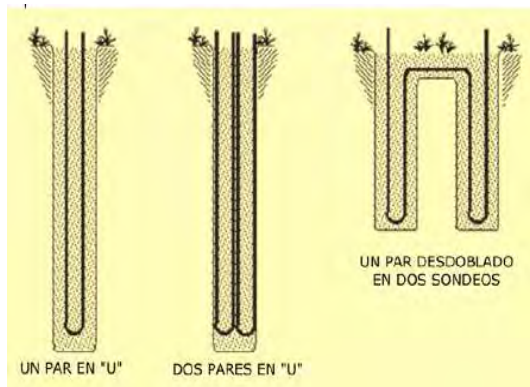
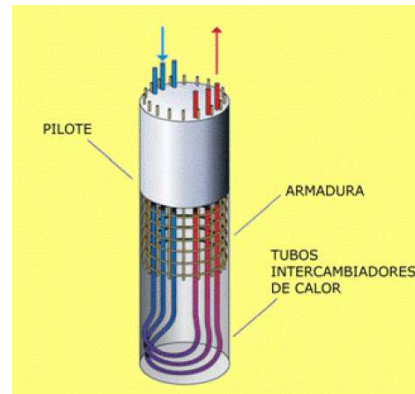
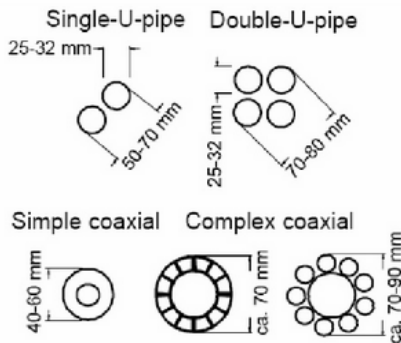


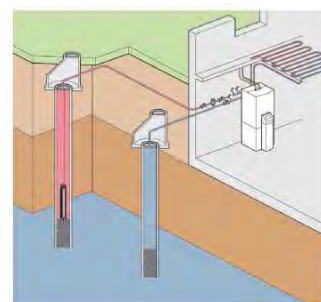
Figura 8-7 Sondas geotérmicas

Los tubos captadores pueden ocupar el interior del sondeo, formando pares de tubos en “U”, cuyas salidas se conectan al circuito primario de las bombas de calor geotérmicas.

También es interesante resaltar las dimensiones y espaciado de los tubos captadores, con lo que un sondeo de un diámetro de 15 mm, puede albergar hasta 4 pares de tubos en “U”.

### 8.2.3 Captación de agua freática.

El agua de la capa freática se mantiene a una temperatura constante a lo largo de todo el año. El bombeo del agua de la capa freática a través de un sondeo o pozo permite aprovechar esta energía en un circuito abierto que garantiza un funcionamiento óptimo de la bomba



Potencia orientativa: 0,25m<sup>3</sup>/h por KW

Figura 8-8 Circuito abierto

## 8.3 FUNDAMENTOS MÁQUINA FRIGORÍFICA Y BOMBA DE CALOR

### 8.3.1 Bomba de calor

Se pretende extraer el calor del subsuelo terrestre, para poder calentar un fluido de alta compresibilidad y bajo punto de vaporización (circuito secundario), al objeto de transmitir ese calor a una instalación en invierno, invirtiendo el proceso en verano. Pero sólo es posible extraer calor si la temperatura de entrada geotérmica es superior a la de retorno del circuito secundario, la cual viene determinada por el tipo de instalación de calefacción y por la temperatura exterior.

La bomba de calor convierte el líquido refrigerante que circula por su interior en gas de forma mecánica; el gas absorbe el calor de donde se quiere extraer, y el compresor, que es el único proceso que consume electricidad, comprime el gas para pasarlo de nuevo al estado líquido.

En las condiciones habituales, suele aceptarse una diferencia mínima de unos 4-6 °C entre la temperatura media del fluido caliente y la temperatura media del frío, y un salto térmico máximo de 10 °C entre la temperatura de entrada y la de salida del agua que aprovecha la energía geotérmica de muy baja temperatura.

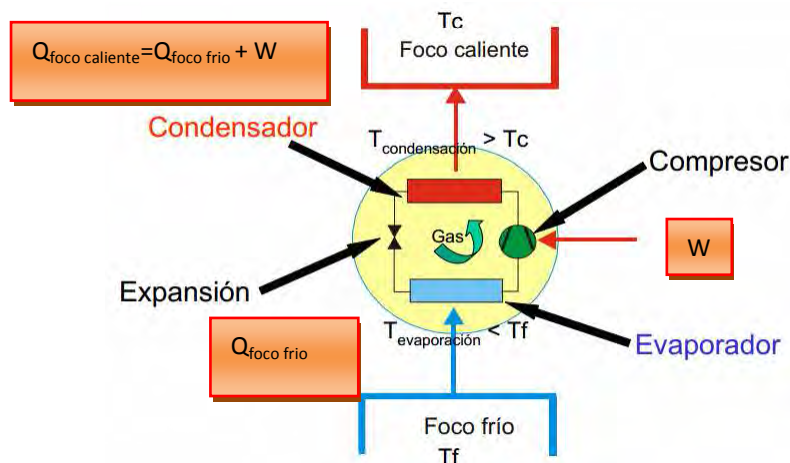


Figura 8-9 Bomba de calor

El balance de energía alrededor de la maquina permite formular:

$$P_e = P_f + P_c + P_p$$

Donde:

Parámetros	
$P_e$	Potencia eléctrica consumida en la operación..
$P_f$	Potencia frigorífica (calor extraído del exterior).
$P_p$	Potencia perdida, debida a rozamientos e imperfecciones.
$P_c$	Potencia térmica (calor cedido al exterior).

Por lo tanto si expresamos el rendimiento como la potencia frigorífica o calorífica obtenida dividida por la potencia absorbida por el compresor:

$$COP = \frac{\text{Potencia calorífica}}{\text{Potencia consumida}} = \frac{\text{Pot. frigorífica} + \text{Pot. consumida}}{\text{Pot. consumida}} = ERR + 1$$

$$COP_f = \frac{COP_t + 1 - P_p}{P_f}$$

El límite máximo teórico de la eficiencia viene dado por la que tendría una máquina ideal que funcionaría siguiendo un ciclo termodinámico de Carnot, según las siguientes expresiones:

$$COP = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

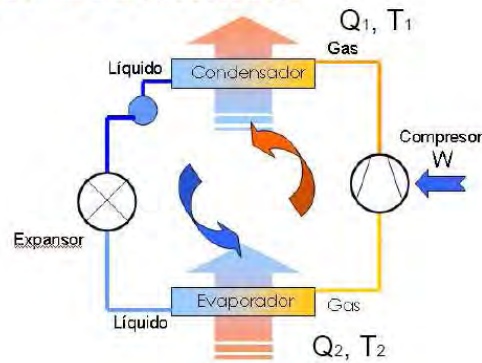
$$ERR = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

## Eficiencia de la Bomba de Calor Geotérmica.

El rendimiento de un equipo reversible es:

$$\text{Calor: } COP_{ideal} = \frac{Q_1}{W} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1 \times \Delta s}{T_1 \Delta s - T_2 \Delta s} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

$$\text{Frío: } EER_{ideal} = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2 \times \Delta s}{T_2 \Delta s - T_1 \Delta s} = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$



Refrigerante a baja presión y

Refrigerante a baja presión y  
baja temperatura



Fluido que se enfría  
Agua: 12°C  
Aire: 27°C

$$Q_e = K_e S_e \Delta T_e$$

$Q_e$  = Potencia del evaporador  
(kcal/h)

$K_e$  = Coeficiente de transmisión  
(kcal/h m<sup>2</sup> °C)

$S_e$  = Superficie de intercambio  
(m<sup>2</sup>)

$\Delta T_e$  = Diferencia de temperatura  
refrigerante-fluido.

Como se puede apreciar en la relación anterior, el COP siempre superará en un punto, en el peor de los casos (máximos) al ERR y en los casos habituales, la eficiencia en utilización térmica superará en más de un punto a la eficiencia en utilización de refrigeración.

Ambos estarán más próximos cuanto menores sean las pérdidas de energía en el funcionamiento.

Como conclusión obtenemos que cuanto mayor sea la temperatura del foco frío y menor la del foco caliente, mejor rendimiento frigorífico se obtiene en el equipo, respetando los límites impuestos por la válvula de expansión y si

empleamos un intercambiador enterrado suficientemente grande podemos tener temperaturas de intercambio muy beneficiosas para un alto rendimiento

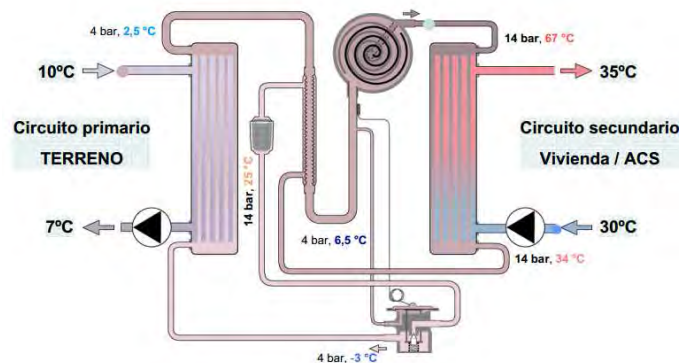


Figura 8-10 Esquema funcionamiento bomba geotérmica

#### ▪ Régimen de calefacción.

El COP depende, en gran medida, de la temperatura del recurso geotérmico pero, en líneas generales, su valor suele estar comprendido entre 3 y 4, pudiendo llegar a 5. Para la gran mayoría de los equipos, la temperatura máxima de agua caliente es de 50 °C, con un salto térmico entre ida y retorno de 5 °C. Si la calefacción es por generación de aire caliente y difusión por convección, la temperatura de suministro suele estar comprendida entre 32 y 40 °C.

- Temperatura Caliente = 50° C, se refiere a la temperatura del agua a la salida de la bomba de calor, en el circuito interior conectado a las unidades terminales del edificio (fancoils y toalleros).
- Temperatura Fría = 45° C, se refiere a la temperatura de retorno de las unidades terminales a la bomba de calor.

#### ▪ Régimen de refrigeración.

El valor del EER suele situarse entre 2,5 y 3,5 y, en cuanto a las condiciones de producción de frío, suelen distinguirse dos posibilidades más extendidas: máquina de expansión directa, en la que el aire del recinto a climatizar pasa directamente a través del evaporador; y máquina enfriadora de agua, en la cual el evaporador enfría agua que luego se distribuye a los climatizadores locales. En el primer caso, las condiciones nominales del aire interior suelen ser de 25 °C y alrededor del 50% de humedad relativa. Por el contrario, las condiciones nominales de las enfriadoras de agua suelen ser del orden de 7 °C para la temperatura de impulsión y 5 °C de salto térmico entre impulsión y retorno

### 8.3.2 Ciclo calorífico

- **COMPRESOR:**

El compresor eleva la presión y temperatura del fluido frigorífico. (1)

- **CONDENSADOR:**

En el intercambiador, situado en el interior del recinto a calentar, el fluido cede al aire del recinto el calor de su condensación. (2)

- **VÁLVULA EXPANSIÓN:**

El fluido en estado líquido y a alta presión y temperatura se expande en la válvula de expansión reduciendo su presión y temperatura. Se evapora en parte. (3)

- **INTERCAMBIADOR:**

En el intercambiador situado en el exterior, el fluido refrigerante completa su evaporación absorbiendo calor del aire exterior. Retorna al compresor (1) a través de una válvula de cuatro vías. (5)



Figura 8-11 Ciclo calorífico



### 8.3.3 Ciclo Frigorífico

El ciclo frigorífico de este equipo en el diagrama de Mollier quedaría:

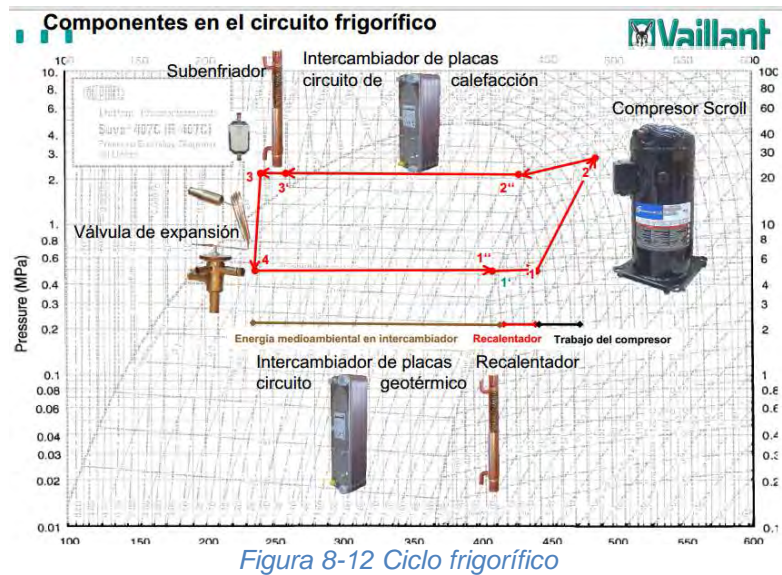


Figura 8-12 Ciclo frigorífico

La energía frigorífica cedida por la fuente fría al evaporador más la energía consumida por el compresor es igual a la energía cedida por el condensador a la fuente caliente o sumidero.

A continuación se resumirán las funciones de cada componente:

- **COMPRESOR** (Puntos 1-2)

Recibe el refrigerante vapor y lo comprime, subiendo la presión y la temperatura. Se puede decir que lo acondiciona para una cesión de calor a una temperatura apropiada en el condensador.

- **CONDENSADOR** (Puntos 2-4)

El vapor de refrigerante entra sobrecalentado, de modo que la primera parte del calor cedido es sensible perdiendo temperatura, para luego ceder su calor latente al condensarse a temperatura constante. La temperatura a la que suceda esta cesión de calor latente dependerá de la presión que le dio el compresor.

- **VÁLVULA DE EXPANSIÓN** (Puntos 4-5)

Proceso de expansión adiabática, o estrangulamiento, para devolver al fluido a la presión inicial del evaporador y cerrar el ciclo. Al perder presión, parte del líquido se vaporiza.

- **EVAPORADOR** (Puntos 5-1)

Cesión de calor del fluido de los colectores al refrigerante, que lo recibe como calor latente vaporizándose a temperatura y presión constante.

## 8.4 TIPOS DE BOMBAS DE CALOR

Los tipos de bombas geotérmicas vienen representadas a continuación:

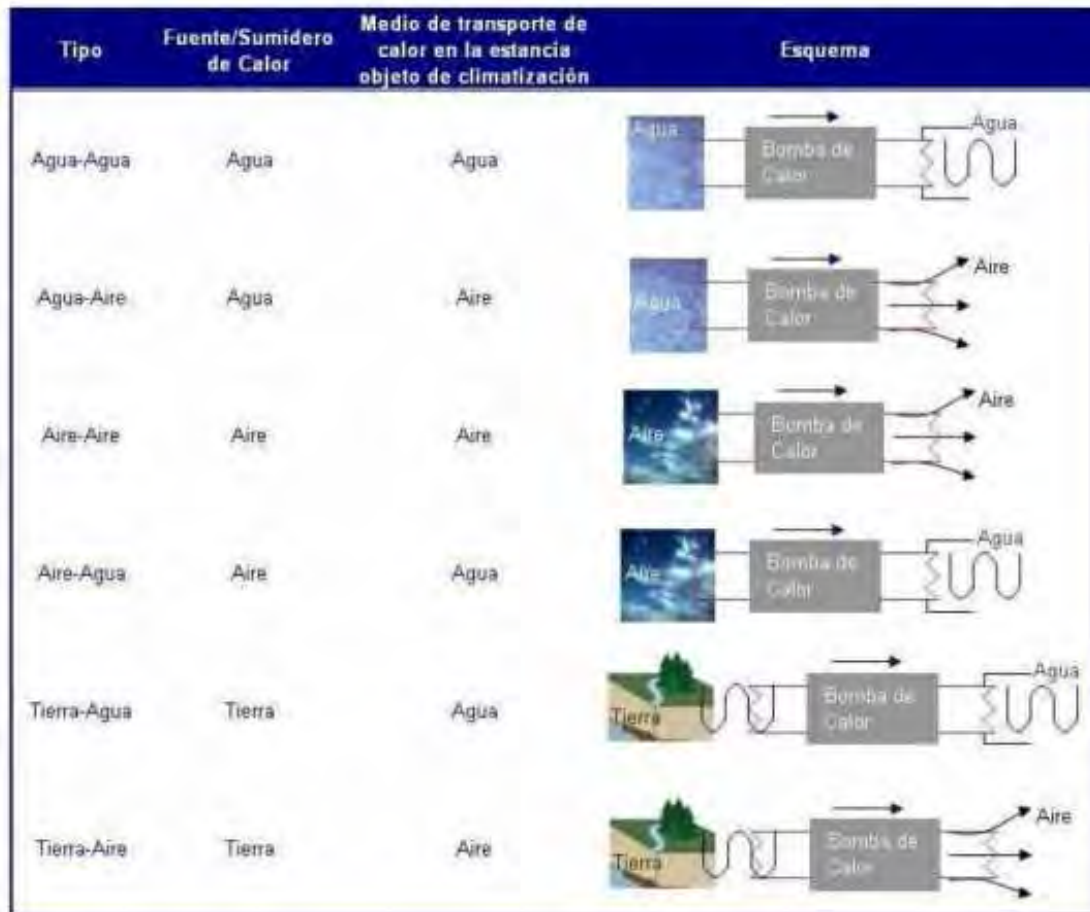


Figura 8-13 Principales tipos de bombas geotérmicas

En función del tipo de bombas se obtiene una eficiencia distinta:

	Ciclo de Calor				
	Tª ambiente/ Agua de Condensación	Tª de evaporación	Tª agua interior	Tª Condensación	COP
Equipo Aire-Agua	0°C	-9°C	40/45°C	50°C	2.5
Equipo Agua-Agua	5°C/0°C	-5°C	40/45°C	50°C	3.9

	Ciclo de Frío				
	Tª ambiente/ Agua de Condensación	Tª de evaporación	Tª agua interior	Tª Condensación	COP
Equipo Aire-Agua	40°C	58°C	7/12°C	2°C	2,1
Equipo Agua-Agua	25/35°C	35°C	7/12°C	2°C	5,12

Tabla. 8-2 Eficiencias diferentes bombas geotérmicas

## 8.5 APLICACIONES

Las aplicaciones de las instalaciones geotérmicas de baja temperatura son las que se indican a continuación:

- Calefacción. En este caso lo óptimo es disponer de suelo radiante, ya que así la eficiencia del conjunto es máxima.
- Climatización. Para poder climatizar – calor y frío – se recomienda el uso de la instalación geotérmica con fan coils.
- Piscinas cubiertas. El uso de bombas de calor geotérmicas para la climatización de piscinas es óptimo, ya que el calentamiento se hace a baja temperatura.
- Producción de ACS. En el mercado ya existen bombas de calor geotérmicas de alta temperatura (hasta 65 °C), lo que permite generar ACS cumpliendo con la estricta normativa de la legionella.
- Cualquier aplicación que necesite agua caliente hasta unos 60 °C (bombas de calor de alta temperatura).



## 8.6 SELECCIÓN INTERCAMBIADOR Y DIMENSIONAMIENTO

La elección del tipo de intercambiador será tipo vertical mediante sondas debido a la gran potencia necesaria.

Sin embargo, el bucle subterráneo correspondiente tendrá mayor longitud y el coste inicial será más elevado.

Otros factores que influyen en la longitud de un intercambiador de calor son:

- Tipo y propiedades del fluido portador de calor.
- Tipología bucle subterráneo.
- Profundidad de los sondeos.
- Temperatura media del terreno.
- Propiedades del terreno.
- Diámetro del tubo (o caudal).
- Rendimientos de las bombas de calor y consumo de energía necesaria para el bombeo del líquido portador de calor.

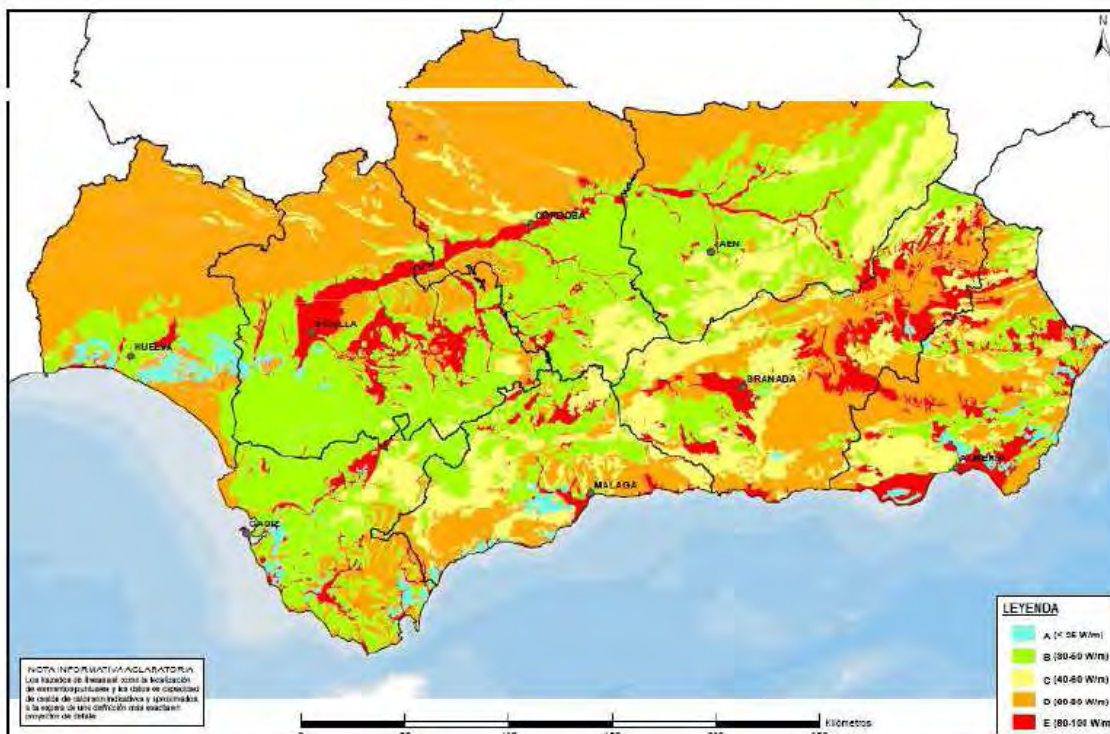


Figura 8-14 Tipos de suelos en Andalucía

El tipo de suelo es caliza masiva con las siguientes características:

- Conductividad: 2,80 W/m.K;
- Cp: 2,30 MJ/K.m<sup>3</sup>

Se ha dimensionado una bomba geotérmica para satisfacer la demanda energética de calor y frío de:

La potencia a diseñar:

- Calor: 90 kW
- Frío: 70 kW

Se ha seleccionado el siguiente modelo de Bomba geotérmica:

- DYNACIAT - ILG 300V
- Fluido de trabajo: Propilenglicol (35,00 %)

La cantidad de energía que tiene que aportar el terreno es la potencia del evaporador de la bomba.

Mediante un cálculo aproximado se calcula la profundidad de las perforaciones:

$$Pot.evaporador = \frac{Pot.Calefacción \times (COP - 1)}{COP}$$

$$Pot.evaporador = \frac{90 \times (4,98 - 1)}{4,98} = 71,92 \text{ kW}$$

Se ha seleccionado la siguiente configuración:

- Configuración: Vertical
- M: 4
- N: 2
- D: 8,00 m
- Doble U: Si

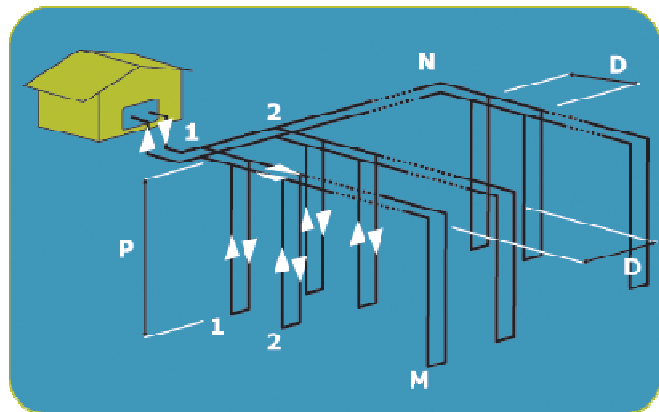


Figura 8-15 Configuración de la instalación geotérmica

La profundidad del intercambiador, se obtiene al dividir la potencia entre el calor específico extraíble medio:

$$L = \frac{Pot.evaporada}{Capacidad\ térmica} = \frac{71,92 \times 1000}{60} = 1198 \text{ m}$$

Para reducir la distancia podemos introducir 2 tubos en U en el pozo con lo que aumentamos el doble la longitud de captación y por tanto podemos reducir la profundidad del pozo a la mitad

Habría que perforar 70 metros (tubos en U) con 8 sondeos.

### Resultados:

- Refrigeración → **EER<sub>min</sub>: 3,23;**
- Calefacción → **COP<sub>min</sub>: 4,98,**

La variación del COP y ERR en función de la profundidad viene representado en los siguientes gráficos:

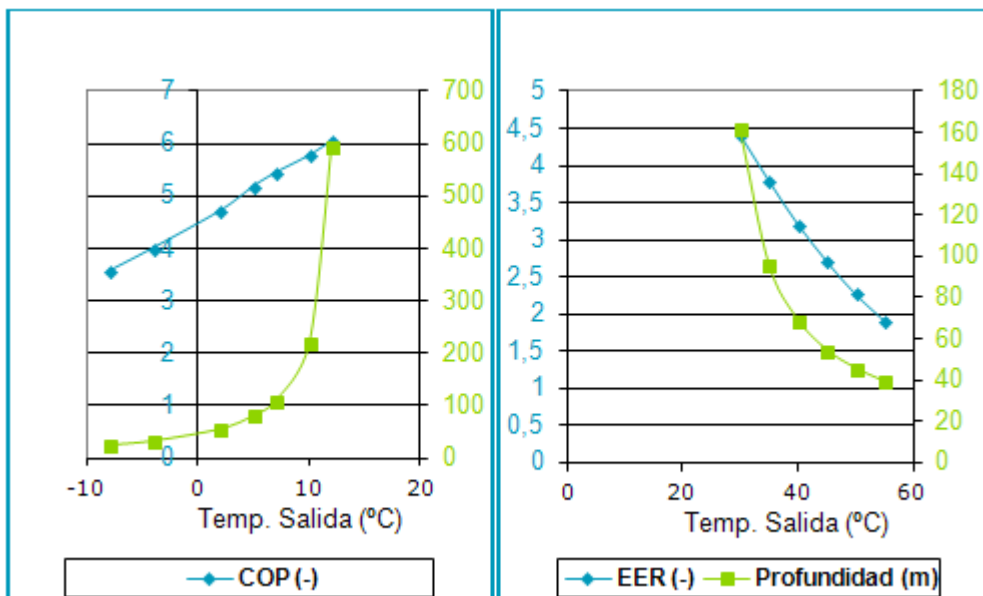


Gráfico 8-1 Variación del COP y EER en función de la profundidad

A la hora de realizar los cálculos con el software GEO 2 de Geocitesa se obtienen las siguientes posibilidades:

### Calefacción

Datos del intercambiador		Datos de funcionamiento						Otros	
Nº de sondeos	Profundidad (m)	COP	Pc (kW)	Pa (kW)	T Sal (°C)	Caudal(m³/h)	Pérd.(mca)	Área (m²)	Volumen (m³)
8	25,24	3,57	65,33	18,30	-8,00	19,57	14,77	192,00	3,57
8	33,41	4,02	73,92	18,40	-4,00	19,57	14,67	192,00	4,72
8	56,19	4,73	87,91	18,60	2,00	19,57	15,12	192,00	7,94
8	82,02	5,20	97,85	18,80	5,00	19,48	14,93	192,00	11,59
8	110,78	5,46	102,58	18,80	7,00	19,48	16,10	192,00	15,66
8	219,85	5,79	110,59	19,10	10,00	19,48	20,93	192,00	31,08
8	595,01	6,07	117,05	19,30	12,00	19,48	38,22	192,00	84,12

**Refrigeración**

Datos del intercambiador		Datos de funcionamiento						Otros	
Nº de sondeos	Profundidad (m)	EER	Pf (kW)	Pa (kW)	T Sal (°C)	Caudal(m³/h)	Pérd.(mca)	Área (m²)	Volumen (m³)
8	161,97	4,41	80,30	18,20	30,00	19,21	14,71	192,00	22,90
8	96,17	3,79	76,62	20,20	35,00	19,21	11,89	192,00	13,60
8	69,27	3,21	72,64	22,60	40,00	19,21	10,66	192,00	9,79
8	54,68	2,71	68,36	25,20	45,00	19,21	9,95	192,00	7,73
8	45,56	2,27	63,68	28,00	50,00	19,21	9,48	192,00	6,44
8	39,23	1,91	58,71	30,80	55,00	19,21	9,13	192,00	5,55

De donde se observa que al perforar 70 metros se obtienen una potencias de :

- Refrigeración: aproximadamente 73 kW.
- Calefacción: aproximadamente 95 kW.

Quedando satisfechas las necesidades:

- Refrigeración: 70 kW.
- Calefacción: 90 kW.

## 8.7 ESQUEMA SISTEMA GEOTÉRMICO

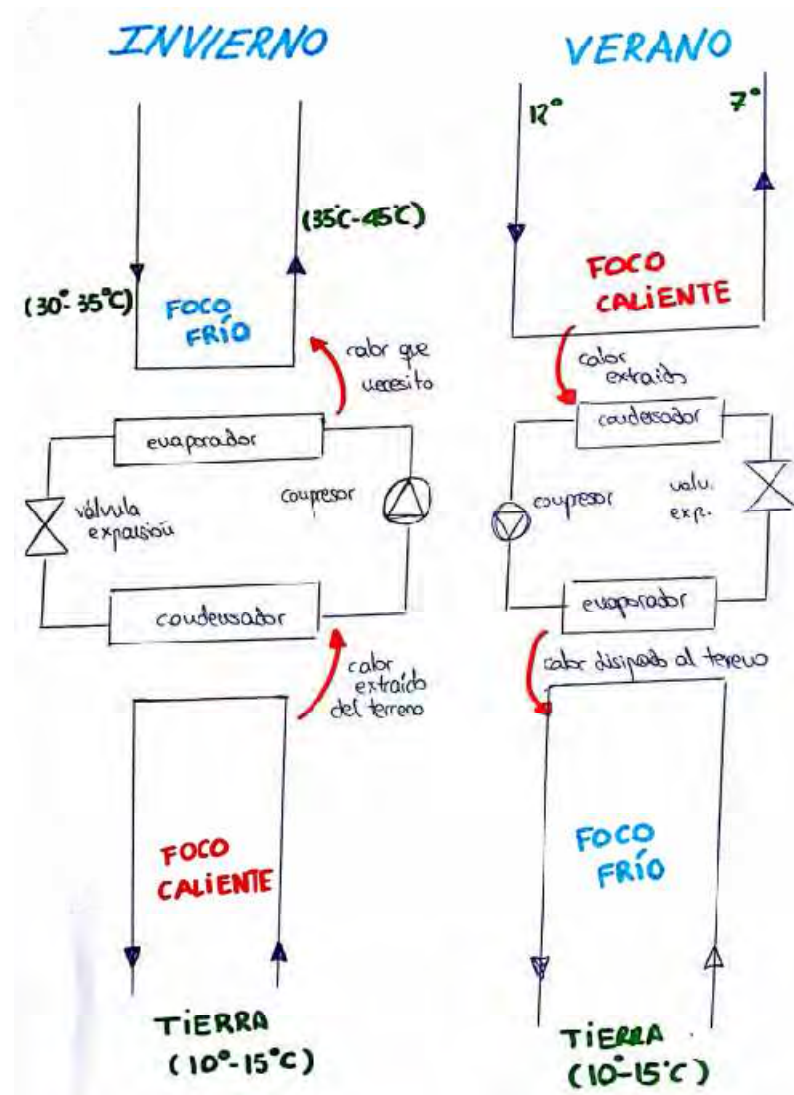


Figura 8-16. Esquema geotérmico

## 9. ENERGÍA Y ACS

## ÍNDICE ENERGÍA Y ACS

<b>9. ENERGÍA Y ACS .....</b>	<b>309</b>
<b>9.1 NECESIDADES DE AGUA CALIENTE .....</b>	<b>312</b>
9.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES .....	312
9.1.2 CAUDAL SIMULTANEO.....	314
9.1.3 CONSUMOS .....	315
9.1.4 VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE ACS.....	317
9.1.5 POTENCIA DE LA CALDERA .....	318
<b>9.2 SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR .....</b>	<b>319</b>
<b>9.3 CONFIGURACIÓN INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS.....</b>	<b>320</b>
<b>9.4 ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN SOLAR .....</b>	<b>321</b>
<b>9.5 PRODUCCION DE ACS MEDIANTE PLACAS SOLARES.....</b>	<b>322</b>
9.5.1 CONTRIBUCIÓN MINIMA SOLAR .....	322
9.5.2 CALCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA MENSUAL POR CONSUMO DE ACS..	323
9.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR.....	324
9.5.4 SELECCIÓN DEL COLECTOR.....	326
9.5.5 CONEXIONADO DE LOS CAPTADORES.....	327
<b>9.6 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR.....</b>	<b>328</b>
9.6.1 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS .....	329
9.6.2 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN .....	329
<b>9.7 CÁLCULO SEPARACIÓN ENTRE CAPTADORES.....</b>	<b>331</b>
<b>9.8 DETERMINACIÓN FRACCIÓN SOLAR POR MÉTODO f-CHART.....</b>	<b>332</b>
<b>9.9 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ACUMULACIÓN.....</b>	<b>338</b>
<b>9.10 SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE CALOR .....</b>	<b>340</b>
<b>9.11 PREVENCIÓN DEL FLUJO INVERSO .....</b>	<b>341</b>
<b>9.12 FLUIDO CALORÍFICO .....</b>	<b>341</b>
<b>9.13 SISTEMA ANTILEGIONELA.....</b>	<b>341</b>
<b>9.14 INTERCAMBIADORES DE CALOR.....</b>	<b>342</b>
<b>9.15 CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMARIO .....</b>	<b>345</b>
9.15.1 CAUDAL PRIMARIO.....	346
9.15.2 CIRCUITO HIDRÁULICO ALA IZQUIERDA.....	347
9.15.3 CIRCUITO HIDRÁULICO ALA DERECHA .....	350
<b>9.16 CIRCUITO HIDRÁULICO SECUNDARIO .....</b>	<b>352</b>
9.16.1 CAUDAL SECUNDARIO .....	352

<b>9.17</b>	<b>CIRCUITO HIDRÁULICO ACS.....</b>	<b>355</b>
9.17.1	CAUDAL .....	356
9.17.2	PÉRDIDAS DE CARGA:.....	358
<b>9.18</b>	<b>RETORNO DE ACS .....</b>	<b>360</b>
<b>9.19</b>	<b>AISLAMIENTO DE TUBERÍAS .....</b>	<b>364</b>
9.19.1	AISLAMIENTO CIRCUITO DE CONSUMO ACS.....	365
<b>9.20</b>	<b>SISTEMA DE LLENADO.....</b>	<b>366</b>
<b>9.21</b>	<b>VACIADO Y PURGA.....</b>	<b>366</b>
<b>9.22</b>	<b>VASOS DE EXPANSIÓN .....</b>	<b>367</b>
9.22.1	CIRCUITO PRIMARIO.....	367
9.22.2	CIRCUITO SECUNDARIO.....	369
<b>9.23</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL Y MEDIDA .....</b>	<b>372</b>
9.23.1	SISTEMA DE CONTROL.....	372
9.23.2	SISTEMA DE MEDIDA.....	373
<b>9.24</b>	<b>BOMBAS .....</b>	<b>374</b>
9.24.1	BOMBA DEL CIRCUITO SOLAR .....	375
9.24.2	BOMBA DEL CIRCUITO SECUNDARIO .....	376
9.24.3	BOMBA DEL CIRCUITO DE ACS DE RETORNO .....	377



## 9.1 NECESIDADES DE AGUA CALIENTE

### 9.1.1 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES

A la hora de calcular las necesidades de agua caliente, hay que tener en cuenta los diferentes usos:

- Baño de las habitaciones.
- Lavandería.
- Gimnasio con sus duchas (6).
- Cocina

El caudal de agua por aparatos se encuentra en el *CTE HS4*.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo (l/s)	
	AFCH	ACS
Urinario con cisterna (c/u)	0,04	—
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo, Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	—
Urinario con grifo temporizado	0,15	—
Grifo aislado	0,15	0,10
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Ducha	0,20	0,10
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Grifo garaje	0,20	—
Vertedero	0,20	—
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Fregadero NO doméstico	0,30	0,20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Inodoro con fluxor	1,25	—

(Tabla 2.1 HS4)

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos							
Zonas y locales		AFCH		ACS			
		Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	–	–	–
	Total baño	4	–	0,6	3	–	0,33

Tabla. 9-1 Caudal de una habitación de ACS

El caudal total requerido por las **habitaciones** será:

$$Q_{total\ habitaciones} = N_h \times Q_h = 40 \times 0,33 = 13,2 \text{ l/s}$$

El caudal total requerido por las duchas del **gimnasio** (6) será:

$$Q_{duchas\ gimnasio} = N_d \times Q_d = 6 \times 0,1 = 0,6 \text{ l/s}$$

$$Q_{lavabo} = N_{lav} \times Q_{lav} = 4 \times 0,065 = 0,26 \text{ l/s}$$

$$Q_{gimnasio} = Q_{duchas\ gimnasio} + Q_{lavabo} = 0,6 + 0,26 = 0,86 \text{ l/s}$$

El caudal total requerido por la **lavandería** (3) será:

$$Q_{lavandería} = N_l \times Q_l = 3 \times 0,4 = 1,2 \text{ l/s}$$

El caudal total requerido en la **cocina** se debe a:

- Fregadero no domestico (2)
- Lavajillas (2)

$$Q_{cocina} = Q_f + Q_{lav} = (0,20 \times 2) + (2 \times 0,4) = 1,2 \text{ l/s}$$

El caudal requerido en los **aseos del restaurante** será:

$$Q_{lavabo} = N_{lav} \times Q_{lav} = 4 \times 0,065 = 0,26 \text{ l/s}$$

### **EL CAUDAL TOTAL DEL HOTEL ES:**

Se calculará por medio de la suma de los caudales individuales de cada local:

$$Q_{hotel} = Q_{total\ habitaciones} + Q_{gimnasio} + Q_{lavandería} + Q_{cocina} + Q_{lavabo}$$

$$Q_{hotel} = 13,2 + 0,86 + 1,2 + 1,2 + 0,26 = 16,72 \text{ l/s}$$

Parámetros	
<b>N<sub>h</sub></b>	Número de habitaciones
<b>N<sub>d</sub></b>	Número de duchas
<b>N<sub>i</sub></b>	Número de lavadoras industriales
<b>Q<sub>h</sub></b>	Caudal del baño, en l/s
<b>Q<sub>d</sub></b>	Caudal de las duchas del gimnasio, en l/s
<b>Q<sub>i</sub></b>	Caudal de la lavandería, en l/s
<b>Q<sub>f</sub></b>	Caudal del fregadero no doméstico, en l/s
<b>Q<sub>lav</sub></b>	Caudal del lavajillas, en l/s

Tabla. 9-2 Parámetros del cálculo de caudales

El Caudal máximo unitario será:

$$Q_u = 0,4 \frac{l}{s} (\text{lavadora industrial})$$

### 9.1.2 CAUDAL SIMULTANEO

Teniendo en cuenta la norma *UNE 149.201 de 2007*, se escogerán los coeficientes de simultaneidad correspondientes a un caudal sin límite de un hotel.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q <sub>u</sub>	Q <sub>t</sub>	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	< 0,5	≤ 20	0,698	0,500	-0,120
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,000	0,366	0,000
	Sin Límite	> 20	1,080	0,500	-1,830

Tabla. 9-3 Coeficientes de simultaneidad hotel

$$Q_{c\_total\ habitaciones} = A \times (Q_t)^B + C = 1,08 \times (13,2)^{0,5} - 1,830 = 2,09 l/s$$

Parámetros	
<b>Q<sub>C</sub></b>	Caudal simultáneo de cálculo (l/s).
<b>Q<sub>T</sub></b>	Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio (l/s).
<b>A, B y C</b>	Coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos

Escuelas, polideportivos	Sin Límite	≤ 1,5	1,000	1,000	0,000
		≤ 20	4,400	0,270	-3,410
		> 20	-22,500	-0,500	11,500

Tabla. 9-4 Coeficiente simultaneidad gimnasio

Para realizar el cálculo simultaneo de las duchas de los vestuarios de gimnasio se realiza por medio del mismo procedimiento explicado anteriormente.

$$Q_{c_{gimnasio}} = A \times (Q_{duchas_{gimnasio}})^B + C = 4,4 \times (0,86)^{0,27} - 3,410 = 0,8141 \text{ l/s}$$

El coeficiente de caudal simultáneo de la lavandería y de la cocina es igual a 1.

Por lo que el **CAUDAL SIMULTANEO TOTAL** es:

$$Q_c = Q_{c_{gimnasio}} + Q_{c_{totalhabitaciones}} + Q_{lavandería} + Q_{cocina} + Q_{lavabos}$$

$$Q_c = 0,8141 + 2,09 + 1,2 + 1,2 + 0,26 = 5,5644 \text{ l/s}$$

### 9.1.3 CONSUMOS

Las necesidades de las habitaciones que forman el hotel, se nos da en la norma de HE 4 del ahorro de energía. En ello, nos aconseja de 70 litros de agua a 60°C por cama.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla. 9-5 Demanda de referencia a 60°C

Consumo total de ACS a 60°C:

En función de los diferentes usos del hotel se calcula la demanda necesaria.



**La demanda de las habitaciones es:**

$$d_{60} = 70 \frac{l}{cama} \cdot día$$

$$D_{60} = 40hab \times \frac{2cama}{hab} \times 70 \frac{l}{cama \cdot día} = \frac{5600l}{día} \text{ (a } 60^{\circ}C)$$



**La demanda del gimnasio, con sus duchas es:**

$$d_{60} = 25 \frac{l}{\text{usuario}} \cdot \text{día}$$

$$D_{60} = 40 \text{ hab} \times \frac{2 \text{ cama}}{\text{hab}} \times 25 \frac{l}{\text{usuario}} \cdot \text{día} = \frac{2000l}{\text{día}} \text{ (a } 60^{\circ}\text{C)}$$



**La demanda del restaurante**, teniendo en cuenta que se pueden dar 2 comidas al día, comida y cena, la demanda será:

$$d_{60} = 10 \frac{l}{\text{comida}} \cdot \text{día}$$

$$D_{60} = 80 \text{ comidas} \times 2 \times 10 \frac{l}{\text{usuario}} \cdot \text{día} = \frac{1600l}{\text{día}} \text{ (a } 60^{\circ}\text{C)}$$



**La demanda debido a la lavandería es:**

$$d_{60} = 5 \frac{l}{\text{kg ropa}} \cdot \text{día}$$

Se ha estimado aproximadamente, que se lavan aproximadamente unos 150kg de ropa, sábanas, toallas, servilletas, etc. al día

$$D_{60} = 150 \text{ kg} \times 5 \frac{l}{\text{kg ropa}} \cdot \text{día} = \frac{750l}{\text{día}} \text{ (a } 60^{\circ}\text{C)}$$



**LA DEMANDA TOTAL DIARIA**, teniendo en cuenta todos los usos es de:

$$D_{60} = 5600 + 1600 + 2000 + 750 = 9950 \text{ litros}$$

Si quisiéramos conocer la demanda total diaria a una temperatura diferente de 60°C, se sigue el siguiente proceso:

Determinación del a 50°C (la temperatura de red en Sevilla es de 12,3°C)

$$D_{50} = D_{60} \times \frac{(60 - 12,3)}{(50 - 12,3)} = \frac{12589,25l}{\text{día}} \text{ (a } 50^{\circ}\text{C)}$$



**La energía necesaria:**

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$E = D \times \rho_{\text{agua}} \times C_{p_{\text{agua}}} \times (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}})$$

$$E_{50} = 12589,25 \times 10^{-3} \times 1000 \times 4182 \times (50 - 12,3) = 1984,83 \text{ MJ}$$

Parámetros	
$\rho_{\text{agua}}$	Densidad del agua
$C_{p_{\text{agua}}}$	Calor específico del agua
$T_{\text{AFCH}}$	Temperatura de agua de entrada de red
$T_{\text{ACS}}$	Temperatura de agua caliente sanitaria

Ecuación 9-1 Energía necesaria

### 9.1.4 VOLUMEN DE ACUMULACIÓN DE ACS

El Volumen del depósito de suministro de ACS se calcula de la siguiente manera:

$$V = \frac{h_p \times h_c}{h_p + h_c} (T_u - T_e) \frac{C - \frac{C_d - C \times h_t}{n - h_t}}{T_p - 0,4T_u - 0,6T_e}$$

$$V = \frac{1 \times 1,5}{1 + 1,5} (45 - 12,3) \frac{3482,5 - \frac{9950 - 3482,5 \times 3}{18 - 3}}{60 - 0,4 \times 45 - 0,6 \times 12,3} = 1992,4 \text{ litros}$$

Parámetros	
<b>V</b>	Volumen del depósito de suministro de ACS
<b>T<sub>u</sub></b>	Temperatura de utilización = 45°C
<b>T<sub>e</sub></b>	Temperatura de entrada de agua fría = 12,3°C
<b>T<sub>p</sub></b>	Temperatura de acumulación = 60°C
<b>C<sub>d</sub></b>	Consumo diario máximo, suponemos un 100% de ocupación; C <sub>d</sub> = 9950 litros
<b>C</b>	Consumo medio en hora punta, para hoteles es el 35% del consumo diario, en este caso; C=0,35*9950=3482 litros
<b>h<sub>p</sub></b>	Tiempo de preparación (entre 1 a 3 horas). Tomamos 1 hora
<b>h<sub>c</sub></b>	Duración consumo punta para hoteles; h <sub>c</sub> =1,5horas
<b>h<sub>t</sub></b>	Tiempo total de consumo punta al día para hoteles; h <sub>t</sub> =3 horas
<b>n</b>	Tiempo total de consumo significativo al día para hoteles; n=18

Ecuación 9-2 Volumen de acumulación de ACS

Se selecciona un depósito de 2000 litros, y se recalcula el consumo medio en hora punta (C):

$$2000 = \frac{h_p \times h_c}{h_p + h_c} (T_u - T_e) \frac{C - \frac{C_d - C \times h_t}{n - h_t}}{T_p - 0,4T_u - 0,6T_e}$$

De donde se despeja C dando 3136 litros.

### 9.1.5 POTENCIA DE LA CALDERA

La potencia de la caldera de la siguiente manera:

$$P_{cald} = \frac{(T_u - T_e)}{h_p + h_c} [h_c \times C] + (C_d - C \times h_t) \frac{h_p}{n - h_t}$$

$$P_{cald} = \frac{45-12,3}{1+1,5} [1,5 \times 3136] + (9950 - 3136 \times 3) \frac{1}{18-3} = 62000 \frac{kcal}{h} = 54 kW$$

Parámetros	
<b>P</b>	Potencia de la caldera (kcal/h)
<b>T<sub>u</sub></b>	Temperatura de utilización = 45°C
<b>T<sub>e</sub></b>	Temperatura de entrada de agua fría = 12,3°C
<b>T<sub>p</sub></b>	Temperatura de acumulación = 60°C
<b>C<sub>d</sub></b>	Consumo diario máximo, suponemos un 100% de ocupación; Cd= 9950 litros
<b>C</b>	Consumo medio en hora punta diario, en este caso; C=3136 litros
<b>h<sub>p</sub></b>	Tiempo de preparación (entre 1 a 3 horas). Tomamos 1 hora
<b>h<sub>c</sub></b>	Duración consumo punta para hoteles; hc=1,5horas
<b>ht</b>	Tiempo total de consumo punta al día para hoteles; ht=3 horas
<b>n</b>	Tiempo total de consumo significativo al día para hoteles; n=18

*Ecuación 9-3 Potencia de la caldera*

## **9.2 SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR**

Se dispone un equipo de energía convencional auxiliar para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista y garantizar la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

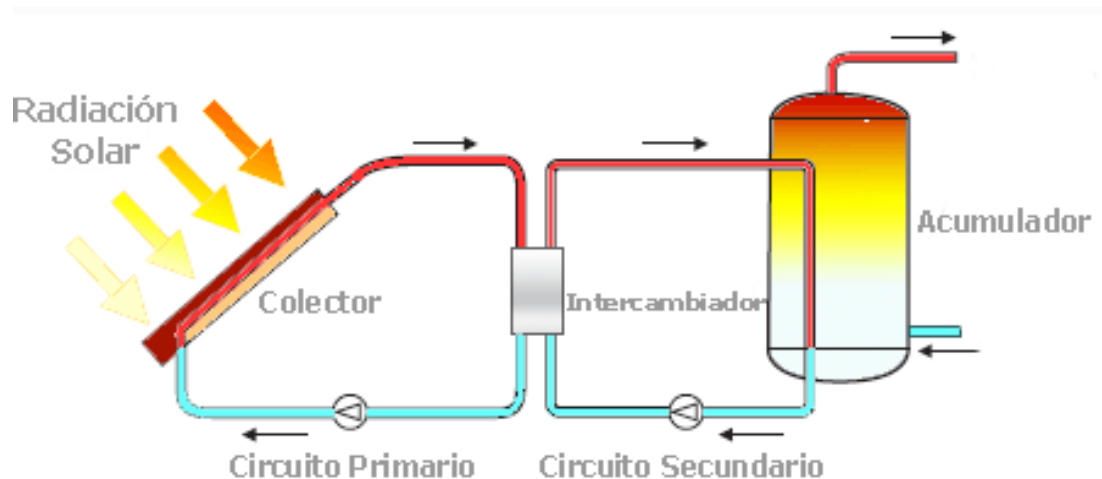
El sistema convencional auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Se trata de un sistema de dos calderas que según la demanda de agua caliente arrancará primero una y si la demanda sigue aumentando arrancará la segunda caldera. Dispone de un termostato de control de temperatura que en condiciones normales de funcionamiento permite cumplir la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.



### 9.3 CONFIGURACIÓN INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS

La instalación está compuesta por un campo de captadores solares térmicos planos situados en la azotea del edificio, un sistema de intercambio y acumulación centralizada y un sistema de aporte de energía convencional auxiliar mediante caldera. Los tres sistemas están unidos entre sí mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido caloportador o el agua de consumo.



*Figura 9-1 Producción de ACS*

Existen 4 circuitos. El intercambiador de placas 1 separa el circuito primario solar del secundario, evitando el paso del fluido con anticongelante al secundario.

Existe un segundo Intercambiador para separar el agua limpia destinada al consumo humano del resto de la instalación.

El tanque de ACS será rellenado por agua fría de la red por la parte inferior del depósito.

El circuito de ACS poseerá un circuito de retorno que dirige el fluido desde el punto de consumo hasta el tanque solar.

Los componentes de la instalación y sus características se describen en los siguientes apartados.

## 9.4 ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN SOLAR

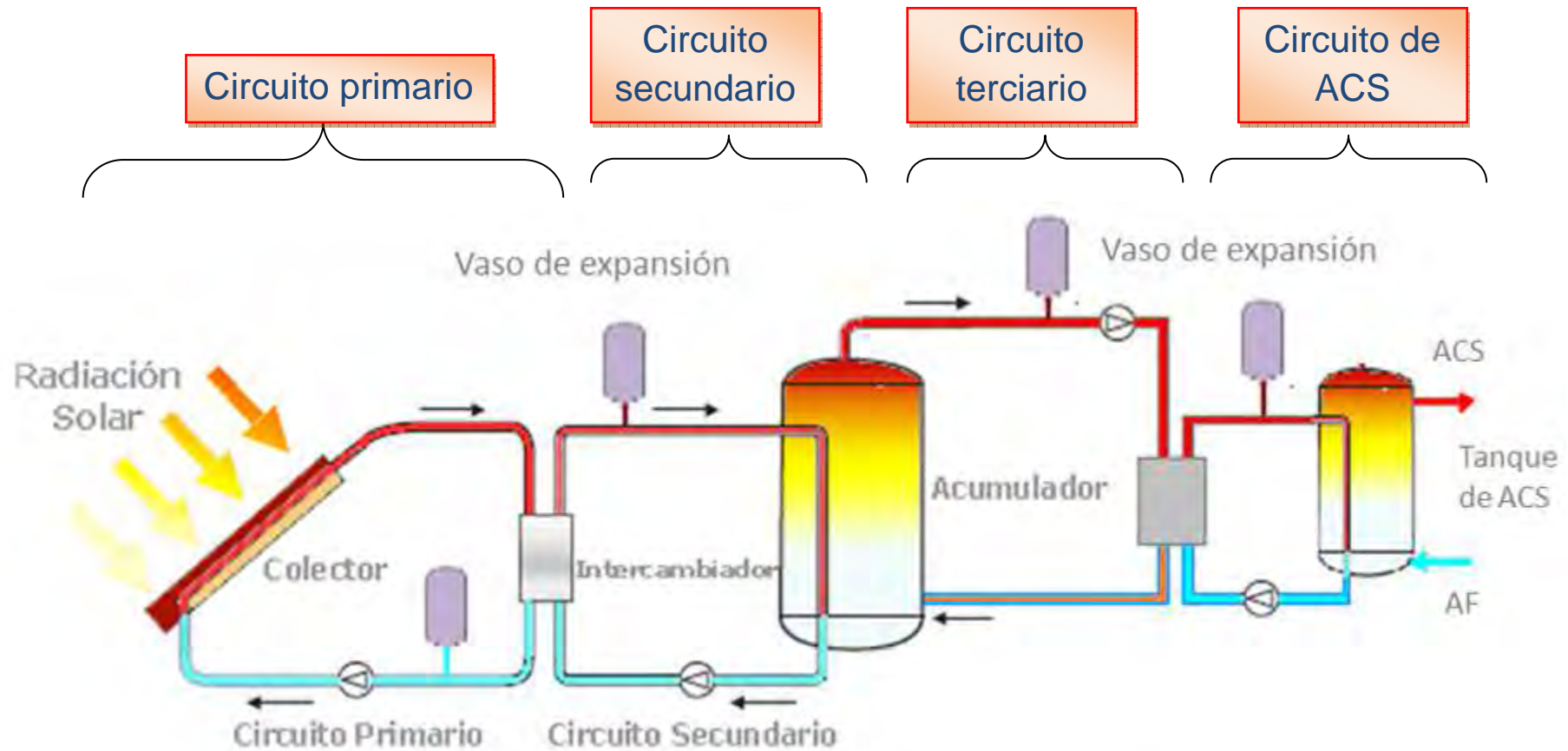


Figura 9-2 Esquema instalación solar

## 9.5 PRODUCCION DE ACS MEDIANTE PLACAS SOLARES

### 9.5.1 CONTRIBUCIÓN MINIMA SOLAR

Por normativa CTE, tenemos que adecuar un % de la producción de ACS mediante solar.

Sevilla está en la clasificación como zona climática V y con una producción de ACS antes comentada nos da en gráfico, que debemos cumplir un 70% de la producción de ACS mediante solar.

Por la Normativa Solar de Sevilla debemos cumplir un 66,66% de la producción de ACS mediante solar. Según el CTE es un 70% para la zona V

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Figura 9-3 Contribución solar mínima en %, caso general

Zona de irradiación

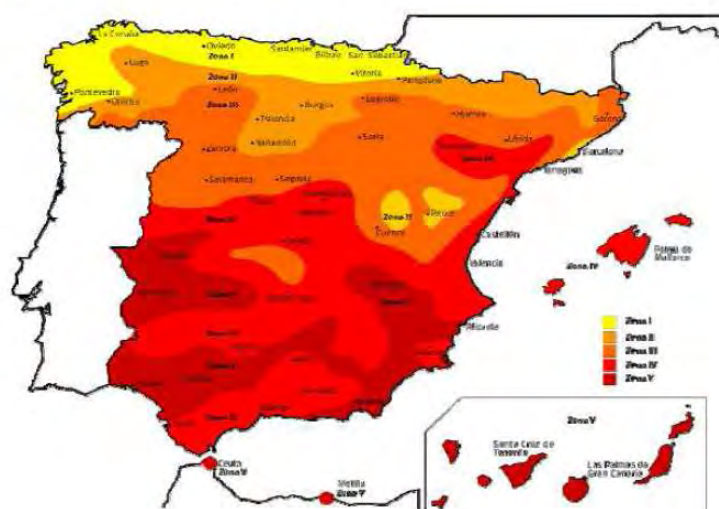


Figura 9-4 Tipos de zonas según la irradiación en España

## 9.5.2 CALCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA MENSUAL POR CONSUMO DE ACS

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

Parámetros	
$DE_{mes}$	Demanda energética, en kWh/mes
$Q_{dia}$	Consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia $T_{ACS}$ , en l/día
$N$	Número de días del mes considerado, días/mes
$T_{AF}$	Temperatura de agua de entrada de red, en °C
$T_{ACS}$	Temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, en °C

*Ecuación 9-4 Demanda Energética mensual*

La demanda energética total a una temperatura de ACS de 60°C será:

Total demanda l/día **9.950**

### Demanda energética total

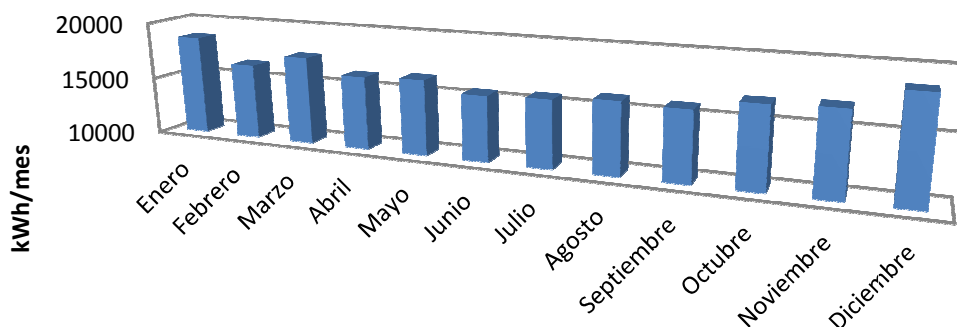
Temperatura a.c.s.

**60** °C

C.T.E. Temperatura a.c.s. ≠ 60 °C

**60** °C

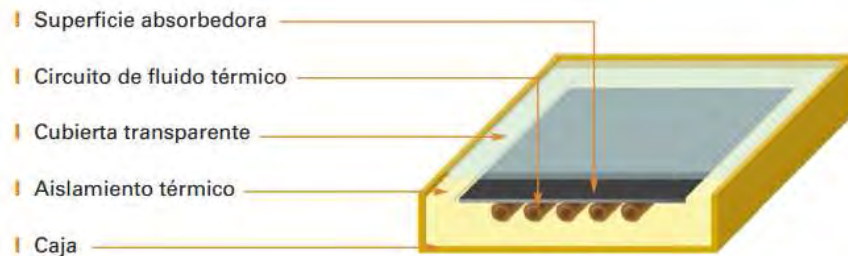
Mes	Nº Días	T* A.F.S. (°C) (IDAE)	DEmes (kW h/mes)
Enero	31	8	18.605,70
Febrero	28	9	16.481,98
Marzo	31	11	17.532,30
Abril	30	13	16.274,22
Mayo	31	14	16.458,89
Junio	30	15	15.581,70
Julio	31	16	15.743,29
Agosto	31	15	16.101,09
Septiembre	30	14	15.927,96
Octubre	31	13	16.816,69
Noviembre	30	11	16.966,74
Diciembre	31	8	18.605,70
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>	<b>12,3</b>	<b>201.096,27</b>



*Gráfico 9-1 Producción de kWh/mes*

### 9.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR

El captador solar es el elemento característico del sistema solar para la captación de la radiación solar.



*Figura 9-5 Superficie del captador solar*

Un captador solar está compuesto por:

- Una caja exterior con aislamiento en los laterales y en el fondo.
- Una cara transparente situada en la cara frontal del captador.
- Un absorbedor metálico, que se encarga de transformar la radiación solar en energía térmica y posteriormente la transmite al fluido caloportador que circula por su interior.

#### 9.5.3.1 El absorbedor

El absorbedor consiste en una placa metálica negra unida a una fila de tubos por los que circula el fluido caloportador.

Los materiales más empleados para estos elementos son el cobre y el acero inoxidable.

Las tuberías poseen una configuración en paralelo por donde el fluido térmico entra al colector inferior y se distribuye por los tubos de la parrilla.

Al circular el fluido, la placa absorbente del convertidor puede alcanzar temperaturas entre 40 °C y 100 °C. Hay que tener en cuenta que la radiación emitida por la placa es energía perdida por lo que se trata de una pérdida de calor que hace disminuir la temperatura de la placa.

El objetivo consiste:

- La emisión sea mínima para poder conseguir mantener lo más alta posible la temperatura del convertidor.
- La absorción de radiación solar sea la máxima posible.

Una forma de conseguir ambas cosas es la utilización de recubrimientos. Se utilizan recubrimientos. Los tratamientos selectivos logran mantener una alta capacidad para captar la energía procedente de la radiación solar incidente y una baja emisividad de energía al exterior.

### 9.5.3.2 La cubierta

La cubierta del colector es transparente y cumple dos misiones:

- Disminuir las pérdidas de calor del absorbedor impidiendo, en lo posible, el paso de la radiación que éste emite.
- Evita que el aire exterior esté en contacto con el absorbedor y eliminando la posibilidad de pérdidas por convección.

La distancia aconsejable entre el absorbedor y la cubierta es de 25-40 mm.

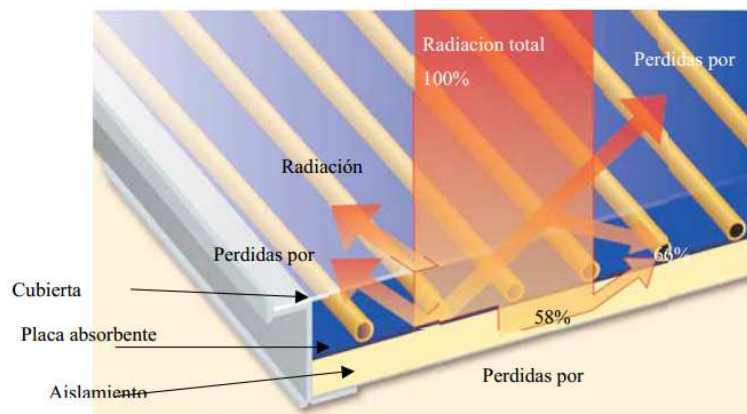


Figura 9-6 Esquema de pérdidas de un captador solar

### 9.5.3.3 La caja

La caja aloja el conjunto de componentes que constituyen el colector. Se encarga de asegurar la estanquidad del colector ya que si no podría originar pérdidas por fugas de calor y también impedir que entre humedad si hay componentes que se dañen con ella.

Por otro lado, también se evita el contacto con contaminantes que puedan corroer o entrar en contacto con el absorbedor. En caso que se forme humedad en su interior puede empañar los cristales haciendo disminuir la transmitancia de los cristales y reduciendo el flujo de radiación disminuyendo con ello el rendimiento del colector.

### 9.5.3.4 El aislamiento

El aislamiento se emplea para reducir las pérdidas térmicas en la parte trasera del absorbedor que debe ser de baja conductividad térmica. Los materiales pueden ser lana de vidrio, lana de roca, corcho, poliestireno o poliuretano.

### 9.5.4 SELECCIÓN DEL COLECTOR

Se ha escogido el colector plano: Junker: Captador solar vertical

Ha sido seleccionado debido a sus características y eficiencia. La eficiencia de un captador solar nos permite evaluar la cantidad de energía transmitida al fluido de trabajo a partir de ciertos parámetros.

El rendimiento del captador depende de  $T_e$  (temperatura de entrada del fluido al captador, °C),  $T_a$  (temperatura ambiente, °C) y  $G$  (radiación global sobre el plano del captador, W/m<sup>2</sup>). Estos parámetros representan las condiciones climáticas,  $\eta_0$  representa el coeficiente óptico del captador y  $k_1$ ;  $k_2$  son los coeficientes de pérdidas térmicas.

$$\eta_0 = 0,8110$$

$$k_1 = 3,653 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$k_2 = 0,0146 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Figura 9-7 Captadores Junker en la azotea

#### Características de los captadores

Modelo de captador	<input type="text" value="Junker FKT-1 S"/>		
Superficie captador	<input type="text" value="2,23"/>	m <sup>2</sup>	
Eficiencia óptica	<input type="text" value="0,81"/>		
Coeficiente global de pérdidas	<input type="text" value="3,65"/>	W/m <sup>2</sup> K	
Número de captadores	<input type="text" value="75"/>	Ud	Superficie total captación <input type="text" value="167,25"/> m <sup>2</sup>
Inclinación del captador	<input type="text" value="35"/>	°	Azimut $\alpha$ <input type="text" value="0"/> °



### 9.5.5 CONEXIONADO DE LOS CAPTADORES.

Los captadores se disponen en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se conectan entre sí en paralelo habiéndose instalado válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

La conexión entre captadores y entre filas se ha realizado de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente mediante retorno invertido.

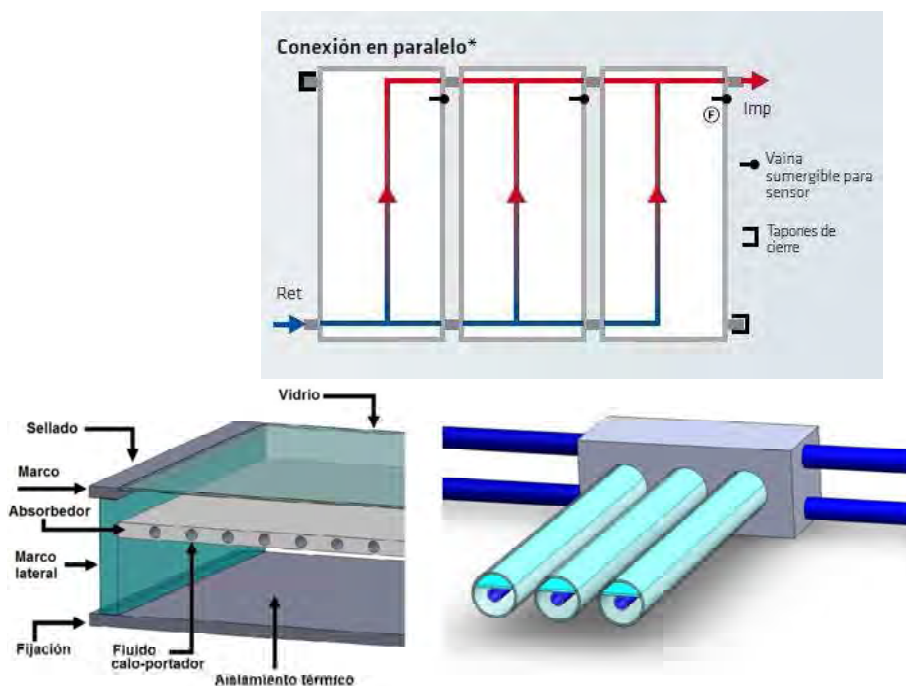


Figura 9-8 Conexión de captadores

#### 9.5.5.1 Estructura soporte de los captadores.

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuados, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores.



## 9.6 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR

A la hora de instalar los captadores es importante que primen los siguientes factores:

- La máxima insolación, para poder conseguir el mayor rendimiento.
- Seguridad de montaje y sujeción.

La orientación óptima se considera sur y la mejor inclinación depende del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante: la latitud geográfica.
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

La latitud aproximada del emplazamiento es de 37°, por lo que se han utilizado una inclinación de 35°.

Para cualquier instalación hay que evaluar 3 condiciones:

- Pérdidas por orientación e inclinación.
- Pérdidas por sombreado.
- Pérdidas totales. Las cuales deben estar por debajo de un límite establecido.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

*Tabla. 9-6 Pérdidas límite orientación e inclinación*

### 9.6.1 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

Se trata de evaluar las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Se expresa en un porcentaje de la radiación incidente.

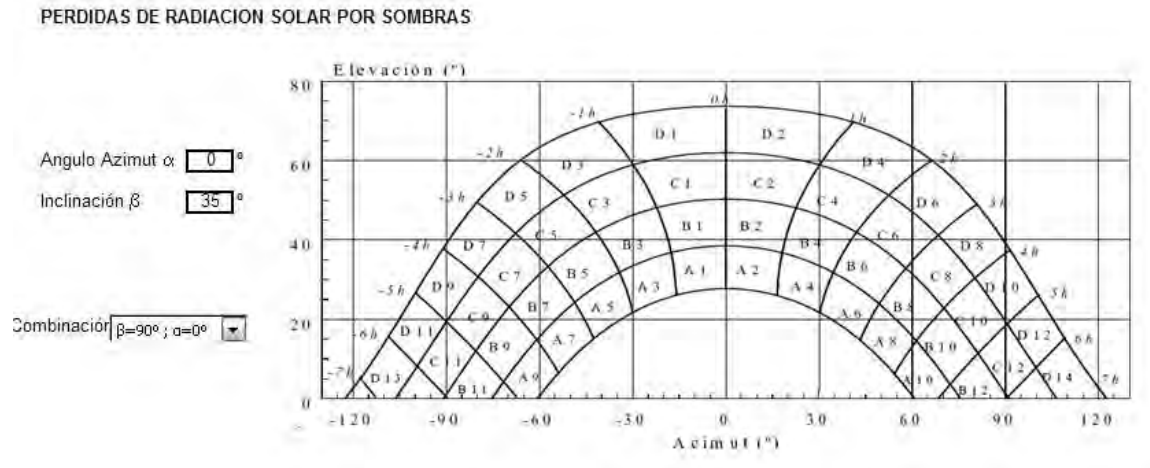


Gráfico 9-2 Pérdidas de radiación solar debido a las sombras

Las Pérdidas por sombras son del **1,03%**.

### 9.6.2 PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Se determinan los límites de orientación e inclinación de acuerdo a las máximas pérdidas permisibles. Las pérdidas se calculan en función de:

- Ángulo de inclinación, definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 a 90°.
- Ángulo de acimut, definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos de 0° para módulos orientados al sur.

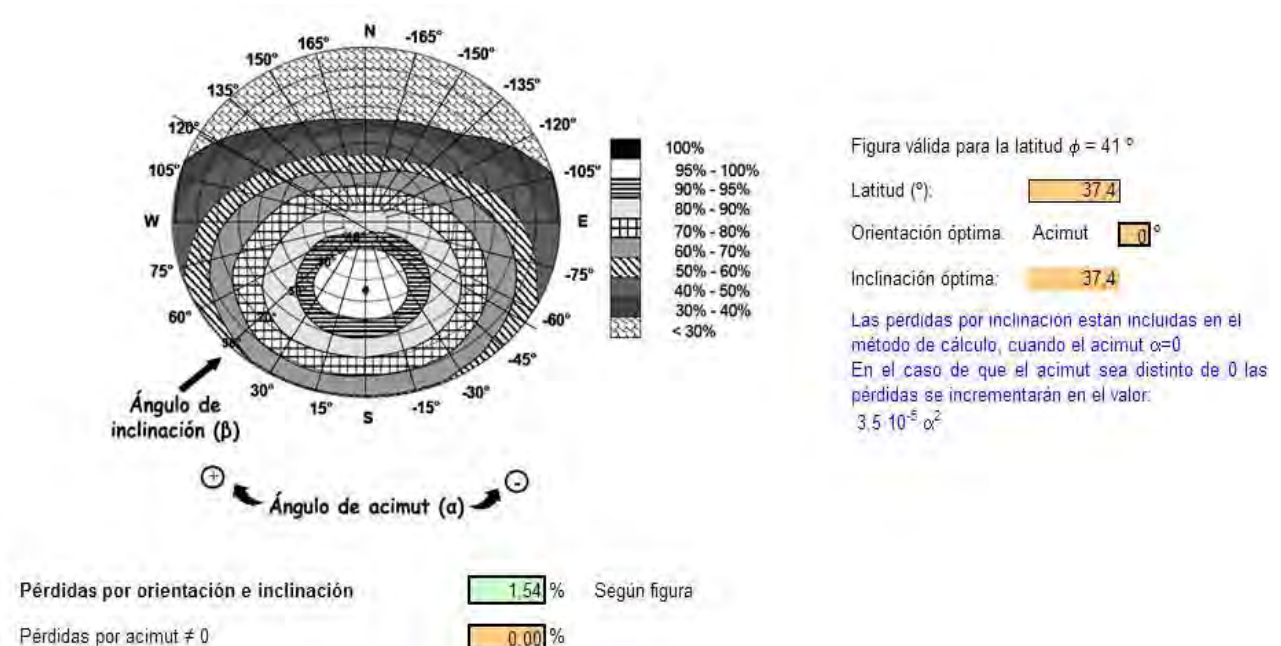


Gráfico 9-3 Pérdidas de radiación solar por orientación e inclinación

**Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores.**

Realizar cálculo en la hoja "Pérdidas"

Caso

General

Pérdidas	Orientación e inclinación (%)	Sombras (%)	Total (%)
Obtenidas	1,54	1,03	2,57
Límite C.T.E.	10,00	10,00	15,00

Tabla. 9-7 Valoración de las pérdidas por la disposición de los captadores



Figura 9-9 Captadores solar en la azotea

## 9.7 CÁLCULO SEPARACIÓN ENTRE CAPTADORES

A la hora de colocar los captadores solares en distintas filas en la cubierta hay que tener en cuenta la proyección de las sombras producidas por ellos. Con el fin de evitar este problema se debe dejar una distancia mínima entre filas consecutivas de captadores.

La distancia A, medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y cualquier obstáculo, de altura H, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

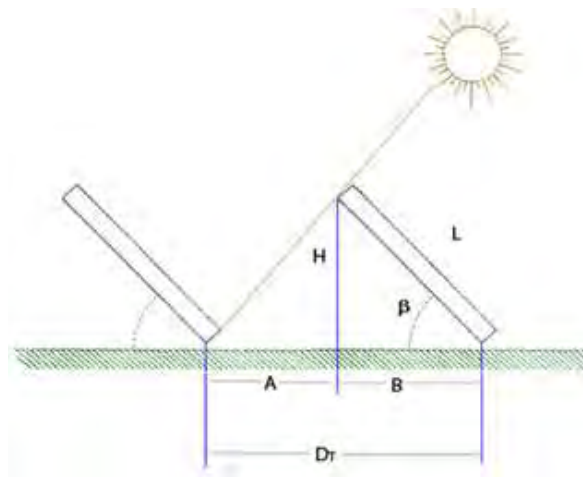


Figura 9-10 Separación entre captadores

Esta distancia d, será superior al valor obtenido por la expresión:

$$A = \frac{H}{\tan(61 - \text{latitud})}$$

Para calcular la distancia mínima entre 2 filas consecutivas de colectores de altura 1,88 metros y con una inclinación de 35° en Sevilla se siguen los siguientes pasos:

$$H = L \times \sin(\beta) = 2,07 \times \sin(35^\circ) = 1,18 \text{ metros}$$

$$A = \frac{H}{\tan(61 - \text{latitud})} = \frac{1,18}{\tan(61 - 35)} = 2,66 \text{ metros}$$

$$B = \sqrt{L^2 - H^2} = \sqrt{2^2 - 1,18^2} = 1,70 \text{ metros}$$

La distancia total será:

$$DT = A + B = 2,66 + 1,70 = 4,36 \text{ metros}$$

## 9.8 DETERMINACIÓN FRACCIÓN SOLAR POR MÉTODO f-CHART

Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales  $D_1$  y  $D_2$ , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

La secuencia que se ha seguido en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente  $H_{mes}$  sobre la superficie inclinada de los captadores.
2. Cálculo del parámetro  $D_1$ .
3. Cálculo del parámetro  $D_2$ .
4. Determinación de la fracción energética mensual  $f$  aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual  $F$ .

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = K_{mes} \times H_{dia} \times N$$

Parámetros	
$H_{mes}$	Irradiación, o radiación solar incidente por $m^2$ de superficie de los captadores por mes, en $kWh/(m^2/mes)$
$K_{mes}$	Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar
$H_{dia}$	Irradiación, o radiación solar incidente por $m^2$ de superficie de los captadores por día, en $kWh/(m^2/día)$
$N$	Número de días del mes.

*Ecuación 9-5 Radiación solar incidente por mes por  $m^2$  de captador*

El parámetro  $D_1$  expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano  $E_{Ames}$  y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes,  $D_{Emes}$ .

$$D_1 = \frac{E_{Ames}}{D_{Emes}}$$

La expresión de la energía absorbida por el captador,  $E_{A_{mes}}$ , es la siguiente:

$$E_{A_{mes}} = S_c \times F'_R(\alpha\tau) \times H_{mes}$$

Parámetros	
$E_{A_{mes}}$	Energía solar mensual absorbida por los captadores, en kWh/mes
$S_c$	Superficie de captación, en m <sup>2</sup>
$H_{mes}$	Energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en kWh/(m <sup>2</sup> mes)
$F'_R(\alpha\tau)$	Factor adimensional.

*Ecuación 9-6 Cálculo  $E_{A_{mes}}$*

donde:

Parámetros	
$F_R(\tau\alpha)n$	Factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen de la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante
$[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]$	Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 superficie transparente sencilla 0,94 superficie transparente doble
$F'_R/F_R$	Energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en kWh/(m <sup>2</sup> .mes)
$F'_R(\alpha\tau)$	Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95

*Ecuación 9-7 Parámetros empleados para el cálculo  $E_{A_{mes}}$*

El parámetro  $D_2$  expresa la relación entre la energía perdida por el captador  $EP_{mes}$ , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio  $DE_{mes}$ .

$$D_2 = \frac{EP_{mes}}{DE_{mes}}$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \times F'_R U_L \times (100 - T_{AMB}) \times k_1 \times k_2 \times \Delta t$$

siendo:

Parámetros	
$EP_{mes}$	energía solar mensual perdida por los captadores, en kWh/mes
$S_c$	superficie de captación solar, en m <sup>2</sup>
$T_{AMB}$	temperatura media mensual del ambiente en °C
$\Delta t$	Periodo del tiempo considerado, en horas.
$F'_R U_L$	factor, en kWh/(m <sup>2</sup> K)
$K_1$	factor de corrección por almacenamiento:
$K_2$	factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas

*Ecuación 9-8 Cálculo  $EP_{mes}$*

$$F'_R U_L = F_R U_L \times \frac{F'_R}{F_R} \times 10^{-3}$$

Donde:

Parámetros	
$F_R U_L$	Coefficiente global de pérdidas del captador, también denominado $U_0$ , en $W/(m^2 K)$ , pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante
$F'_R/F_R$	Factor de corrección del conjunto captador– intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95

*Ecuación 9-9 Cálculo  $F'_R U$* 

El cálculo de  $K_1$  se realiza de la siguiente forma:

$$K_1 = \left[ \frac{V}{75 \times S_c} \right]^{-0,25}$$

Donde:

Parámetros	
$V$	Volumen de acumulación solar, en litros. Se recomienda que el valor de $V$ sea tal que se cumpla la condición $50 < V/S_c < 100$

*Ecuación 9-10 Cálculo de  $K$* 

El Factor de corrección para A.C.S.  $K_2$  se halla:

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 T_{AC} + 3,86 T_{AF} - 2,32 T_{AMB})}{(100 - T_{AMB})}$$

Donde:

Parámetros	
$T_{AC}$	Temperatura mínima del agua caliente sanitaria, que establece el apartado 1.1 de la Sección HE4 del DB HE, en 60 °C
$T_{AF}$	Temperatura del agua de la red, en °C
$T_{AMB}$	Temperatura media mensual del ambiente, en °C.

*Ecuación 9-11 Cálculo de  $K_2$* 

La fracción solar anual se calcula por la razón entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum_1^{12} EU_{mes}}{\sum_1^{12} DE_{mes}}$$

Siendo:

Parámetros	
$EU_{mes}$	Energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria del edificio, en kWh/mes, determinada por la siguiente expresión: $EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$
$f_{mes}$	Fracción solar mensual
$DE_{mes}$	Demanda energética, en kWh/mes.

*Ecuación 9-12 Cálculo de la Fracción solar anual*

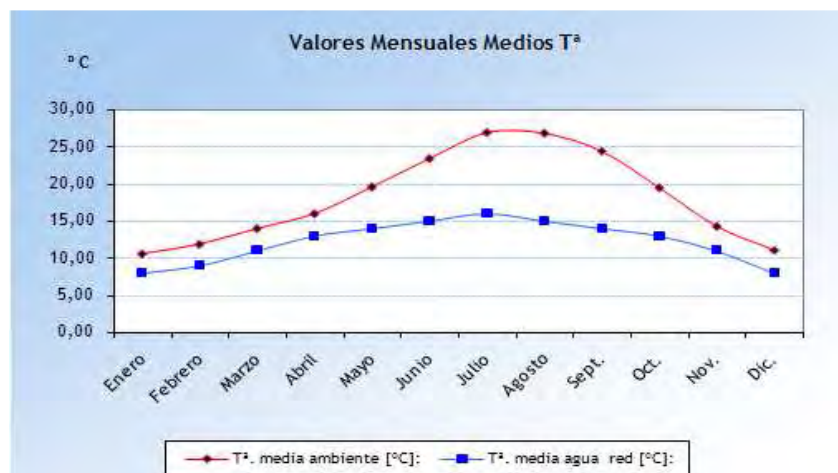


Por lo que se obtienen los siguientes valores:

### Cálculo energía incidente mensual

Mes	H (MJ/m <sup>2</sup> día) (IDAE)	k (p <sub>inclinación</sub> ) (IDAE)	p <sub>orientación</sub>	p <sub>sombras</sub>	El mes (kW h/m <sup>2</sup> )
Enero	7,30	1,33	0,00	1,03	82,81
Febrero	10,90	1,24	0,00	1,03	104,13
Marzo	14,40	1,14	0,00	1,03	140,02
Abril	19,20	1,03	0,00	1,03	163,24
Mayo	22,40	0,96	0,00	1,03	183,42
Junio	24,30	0,93	0,00	1,03	186,54
Julio	24,90	0,96	0,00	1,03	203,89
Agosto	23,00	1,04	0,00	1,03	204,03
Septiembre	17,90	1,17	0,00	1,03	172,87
Octubre	12,30	1,32	0,00	1,03	138,49
Noviembre	8,80	1,42	0,00	1,03	103,15
Diciembre	6,90	1,41	0,00	1,03	82,99
Anual	16,00				1.765,59

*Tabla. 9-8 Energía incidente mensual*



*Gráfico 9-4 Valores mensuales medios Tª*



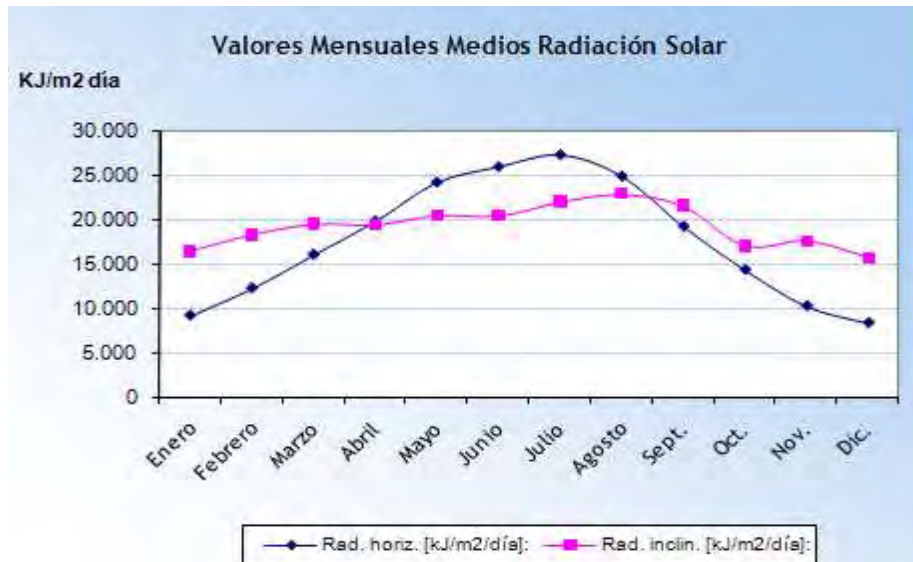


Gráfico 9-5 Valores mensuales medios de radiación solar

Cálculo de los parámetros  $D_1$  y  $D_2$ 

Mes	Tamb (IDAE)	EA mes	D1	EP mes	D2
Enero	11,00	10.244,44	0,55	37.290,81	2,00
Febrero	13,00	12.881,26	0,78	33.382,66	2,03
Marzo	14,00	17.321,33	0,99	39.253,93	2,24
Abril	17,00	20.193,51	1,24	38.300,19	2,35
Mayo	21,00	22.689,93	1,38	37.273,81	2,26
Junio	25,00	23.076,11	1,48	33.842,66	2,17
Julio	29,00	25.222,28	1,60	32.667,70	2,08
Agosto	29,00	25.239,17	1,57	31.027,51	1,93
Septiembre	24,00	21.385,15	1,34	33.209,40	2,08
Octubre	20,00	17.131,40	1,02	36.619,44	2,18
Noviembre	16,00	12.759,82	0,75	36.079,65	2,13
Diciembre	12,00	10.265,55	0,55	36.305,00	1,95
Anual	19,30	218.409,93		425.252,76	

Tabla. 9-9 Parámetros  $D_1$  y  $D_2$ Cálculo fracción solar mensual y energética útil mensual

Mes	f mes (%)	EU mes (kW h)
Enero	37,28	6.936,97
Febrero	54,06	8.909,35
Marzo	66,17	11.601,18
Abril	79,77	12.981,43
Mayo	87,13	14.340,62
Junio	92,37	14.393,11
Julio	98,10	15.444,12
Agosto	97,52	15.702,26
Septiembre	86,42	13.765,69
Octubre	68,37	11.497,98
Noviembre	51,44	8.726,91
Diciembre	37,68	7.010,46
Anual		141.310,09

Tabla. 9-10 Fracción solar mensual y energética útil mensual

Fracción energética anual

70,27

%

Exigida

70

%

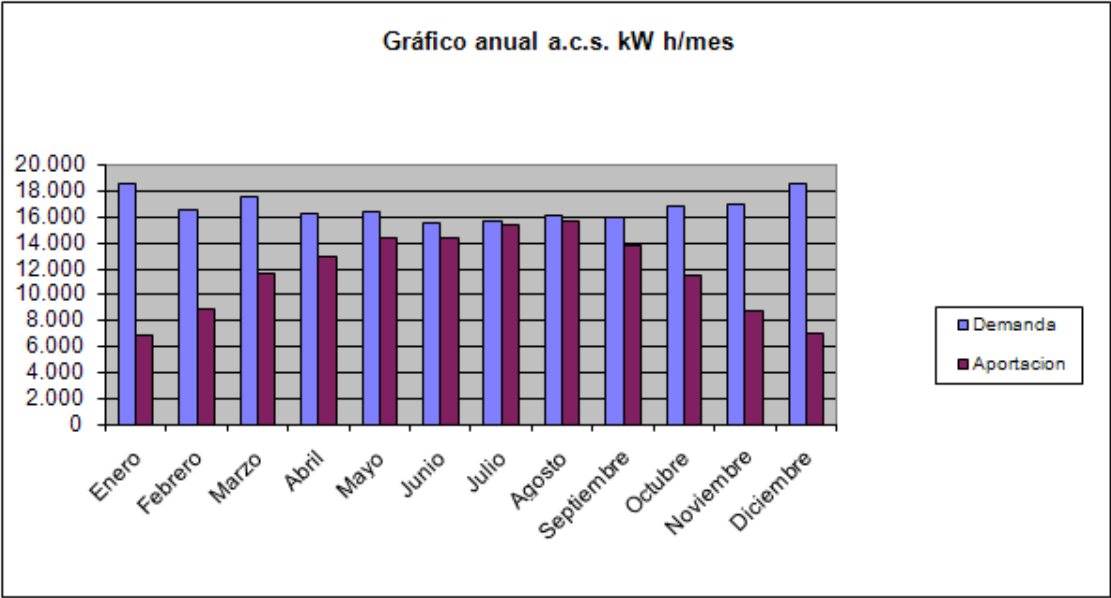


Gráfico 9-6 Gráfico anual de a.c.s. KWh/mes

## 9.9 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ACUMULACIÓN

Como en una instalación solar, la energía que se aporta durante el día se tiene que almacenar en depósitos porque la generación de energía normalmente no va a ser simultánea con la demanda.

Para eso la CTE H4 3.3.3.1, nos indica que hemos de cumplir la siguiente relación para el almacenamiento de solar:

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \text{ l/m}^2$$

Se ha escogido una relación de:

$$\frac{V}{A} = 80 \text{ l/m}^2$$

Donde:

Parámetros	
<b>V</b>	Acumulación de agua solar para ACS [litros]
<b>A</b>	Área de la suma de superficies de captadores, 167,25 m <sup>2</sup> en nuestro caso

*Ecuación 9-13 Relación Volumen de acumulación y Área de los captadores*

Hemos previsto una acumulación de 13380 litros por medio de 2 acumuladores de 7000 litros.

Condición de acumulación según el CTE  $50 < V/Sc < 180$

Relación V/Sc  l/m<sup>2</sup>

Volumen total de cálculo

El sistema de acumulación solar estará constituido por 2 depósitos centralizados de 7000 litros que serán de configuración vertical y estarán ubicados en el cuarto de maquinas, situación que permite su sustitución por envejecimiento o averías.

Los depósitos instalados son del tipo acumulación con intercambiador externo de placas.

Estos depósitos, se conectan en serie invertida en el circuito de consumo. Los acumuladores llevan válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

Para la prevención de la legionelosis se ha optado por instalarse un termómetro en lugar fácilmente visible para la comprobación de la temperatura.

Situación de las conexiones (se considera el caso general de acumuladores verticales):

- Conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores por la parte inferior.
- Conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red por la parte inferior.
- Extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

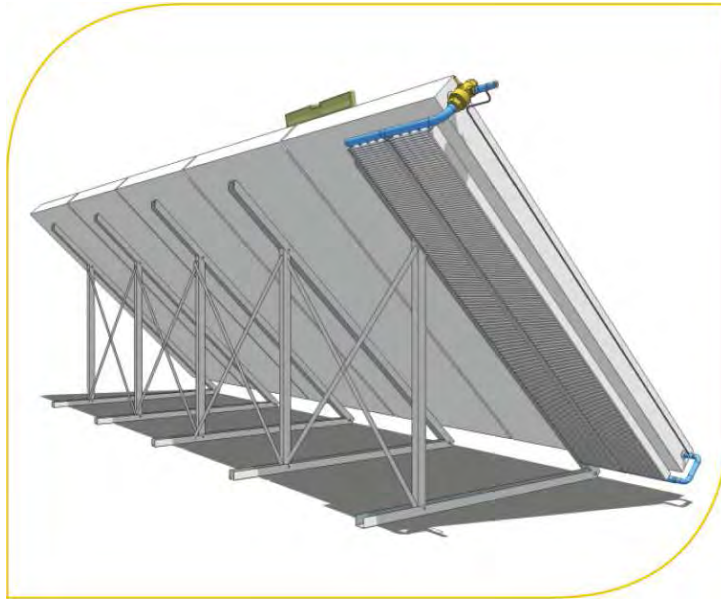
## 9.10 SISTEMAS DE DISIPACIÓN DE CALOR

No es necesario disipar energía dado que en ningún mes se sobrepasa el 110% de la demanda energética ni en ningún momento se sobrepasa más del 100% durante 3 meses consecutivos.

En caso de que en alguno de los meses la ocupación pudiera descender, puede provocar que una gran parte de la energía producida por los colectores pueda no ser

absorbida por los depósitos de acumulación

y sea el líquido caloportador quien absorba esa energía aumentando su presión y temperatura.



*Figura 9-11 Disipadores de calor*

Se instalará un disipador de calor estático en cada uno de los paneles solares.



*Figura 9-12 Aerotermos en la azotea*

Aunque los colectores pueden soportar temperaturas de hasta 230°C, la temperatura del líquido que circula por el interior de los depósitos de acumulación no debe ser superior a 110°C.

Otro sistema disipador de calor a instalar, cuando se considere la existencia del riesgo de alcanzar temperatura de estancamiento, es el disponer un disipador tipo aerotermo, este precisa conexión a la instalación eléctrica pero su eficacia es mayor.

## 9.11 PREVENCIÓN DEL FLUJO INVERSO

Se coloca una bomba en paralelo con una de reserva que fuerza al flujo en la dirección correcta, su potencia es suficiente para el caudal y pérdida de carga determinado en cálculo. También, se instalará una válvula antirretorno para evitar que el flujo cambie de dirección.

## 9.12 FLUIDO CALORÍFICO

Con el fin de evitar una congelación del fluido de trabajo, aunque no es usual en Sevilla.

Se ha escogido un fluido que consiste en agua con un 35% en peso de propilenglicol, con unas características de:

Características	
Peso específico	991.30 kg/m <sup>3</sup>
Calor específico	3.97 KJ/Kg x °K
Conductividad térmica	0.46 W/m x °K
Viscosidad Media	0.79 mPa x s

*Tabla. 9-11 Características del fluido calorífico*

La congelación del fluido de trabajo supondría un daño irreversible en la instalación.

## 9.13 SISTEMA ANTILEGIONELA

Para el cumplimiento del Real Decreto para el control de legionela, se programará la siguiente rutina, cuyo funcionamiento podrá ser iniciado mediante un horario propio, con el fin de que se aplique de forma automática semanalmente y en horas nocturnas para no desfavorecer el aprovechamiento solar diurno.

El fin de este tratamiento es que en toda la acumulación de ACS y acumulación solar, así como en los circuitos de distribución, el agua alcance una temperatura de 70°C o superior (temperatura de consigna modificable por el usuario) durante al menos 2 horas.

## 9.14 INTERCAMBIADORES DE CALOR

Un intercambiador de calor permite transferir calor entre dos fluidos separados por una pared sólida sin que se produzca la mezcla de los fluidos.

Separa el circuito primario del secundario (en el caso del intercambiador 1) y el circuito terciario del circuito de consumo de ACS (intercambiador 2).

Se han escogidos unos intercambiadores externos de placas ya que aumenta la relación eficiencia/coste de estos. También disminuye el riesgo de corrosión en los circuitos cerrados.

La selección de un intercambiador se realiza teniendo en cuenta el rango de temperaturas y presiones, el líquido que circula....En caso de no escoger uno adecuado se puede producir:

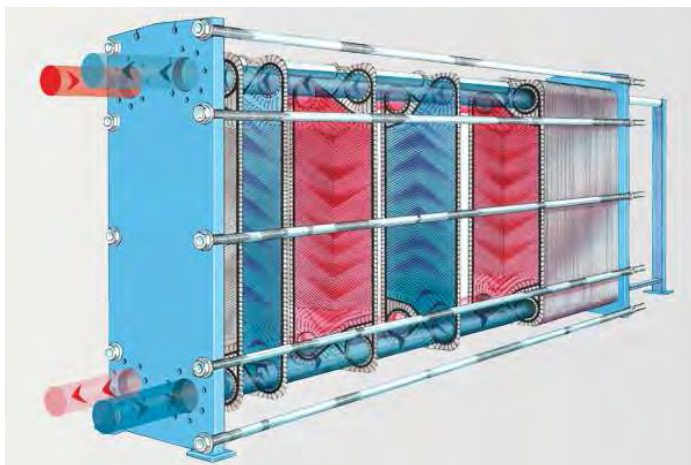


Figura 9-13 Intercambiador de calor

- Alteración de las juntas de conexión (de material elastomérico) o de los puntos de soldadura, si se superan las presiones y/o temperaturas específicas indicadas por el fabricante del intercambiador.
- Abombamientos en intercambiadores de doble envolvente.

Por la *H4 apartado 3.3.4.*, se nos indica un rendimiento del intercambio del 50% y la potencia del intercambiador de:

$$P \geq 500 \cdot A. [W]$$

Donde:

Parámetros	
<b>P</b>	Potencia del intercambiador en [W]
<b>A</b>	Área de la suma de superficies de captadores, 167,25 m <sup>2</sup> en nuestro caso

*Ecuación 9-14 Cálculo de la Potencia del Intercambiador*

$$\text{Donde } P \geq 83,625 \text{ kW,}$$

Por lo que se escoge un intercambiador de Potencia 93 kW.





**Las ventajas** de la utilización de estos intercambiadores son:

- Elevada turbulencia en la circulación de fluidos, consiguiéndose regímenes turbulentos para números de Reynolds de aproximadamente de 10, frente al valor de 2300 correspondiente a la transición de régimen laminar a turbulento en cambiadores multitubulares. Esta elevada turbulencia permite velocidades de circulación menores en los fluidos, disminuyendo el peligro de ensuciamiento.
- Elevados valores del coeficiente de transmisión superficial, lo que conlleva valores muy elevados del coeficiente global de transmisión del calor.
- Menores pérdidas caloríficas, ya que sólo los bordes de las placas están expuestas al ambiente exterior.
- Menor espacio.
- Fácil accesibilidad a ambas caras de cada placa, lo que permite una mejor inspección y limpieza.
- Facilidad de sustituir elementos.
- En el caso de deterioro de las juntas, se produce escape de fluido hacia el exterior, siendo posible repararlas inmediatamente, evitándose mezclas o contaminaciones de los fluidos.



En cuanto a las **limitaciones**:

- Limitación que imponen las juntas de unión entre placas, ya que no permiten trabajar con temperaturas superiores a 250°C o presiones mayores de 20 atm.
- Presentan mayor pérdida de presión en la circulación de fluidos, provocando un mayor coste en la selección de las bombas.
- De no ser necesarios materiales especiales, el cambiador de placas es más caro que los multitubulares.



**INTERCAMBIADOR SOLAR:**

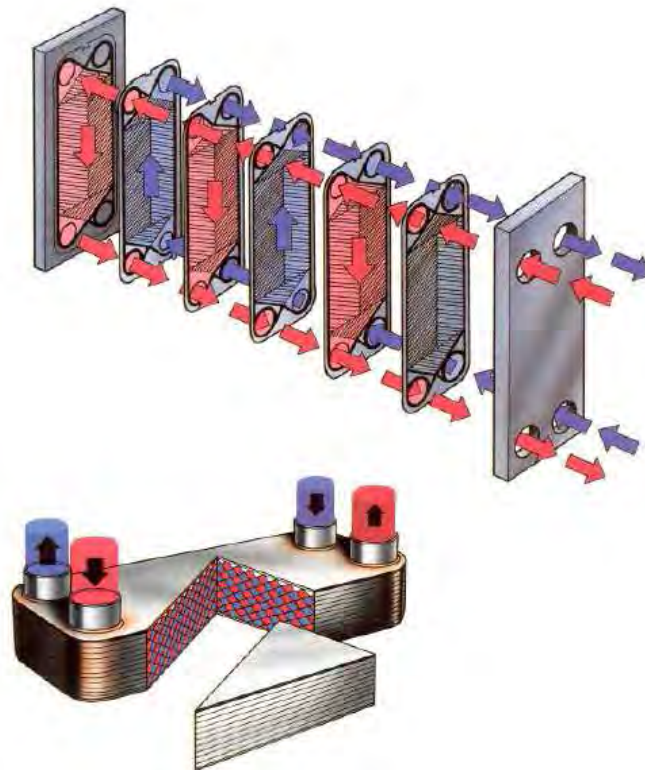
El dimensionado del intercambiador cumplirá:

- La potencia térmica será como mínimo  $500 \text{ W/m}^2$
- Los caudales de diseño de primario y secundario no diferirán más de un 10%
- Con temperatura de entrada en primario de  $50^\circ\text{C}$  la temperatura de secundario sea superior a  $45^\circ\text{C}$

**CALCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CONSUMO:**

El dimensionado del intercambiador cumplirá:

- El caudal nominal de consumo será, como mínimo  $0,7Q_{\text{máx}}$
- La potencia térmica será como mínimo la necesaria para aumentar la temperatura de consumo desde  $15$  a  $45^\circ\text{C}$
- El caudal del circuito primario del intercambiador será igual o superior al de consumo
- Con temperatura de entrada en primario de  $50^\circ\text{C}$  la temperatura de secundario sea superior a  $45^\circ\text{C}$
- Verificar cómo afecta la pérdida de carga a ambos circuitos.



*Figura 9-14 Intercambiador de calor detallado*

## 9.15 CIRCUITO HIDRÁULICO PRIMARIO

El circuito primario se encarga de unir los captadores solares con el sistema de intercambio y está constituido por tuberías de cobre sanitario formando todo ello un circuito cerrado. Las uniones serán soldadas. Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo.

Para evitar pérdidas térmicas y de carga, en general, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitando al máximo los codos.

No debe existir la posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

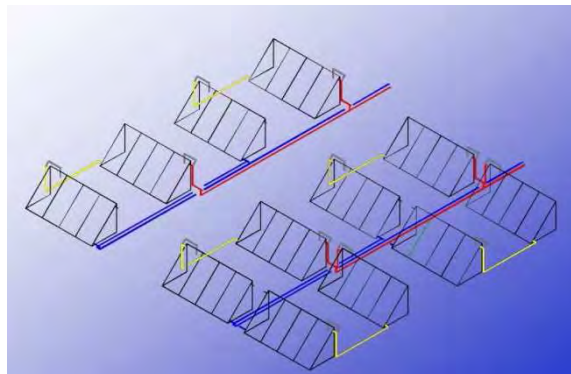
El caudal que circula por una tubería se calcula por medio de:

$$Q = v \times \pi \times \frac{D^2}{4}$$

Siendo:

Parámetros	
<b>Q</b>	Caudal por la tubería, en l/h
<b>v</b>	Velocidad del fluido
<b>D</b>	Diámetro de la tubería

*Ecuación 9-15 Cálculo caudal agua por una tubería*



*Figura 9-15 Esquema circuito hidráulico solar*

A la hora de seleccionar el diámetro de la tubería hay que seguir una serie de indicaciones:

- La velocidad de circulación del fluido será inferior a 2 m/s
- La pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mmca.

Las válvulas de acuerdo con las funciones que desempeñan serán de material compatible con las tuberías. Según su función será para:

- Aislamiento: válvulas de esfera.
- Equilibrado de circuitos: válvulas de asiento
- Vaciado: válvulas de esfera o de macho
- Llenado: válvulas de esfera
- Purga de aire: válvulas de esfera o de macho
- Seguridad: válvula de resorte
- Retención: válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta.

El fluido caloportador de este circuito es agua con un 35% de líquido anticongelante.

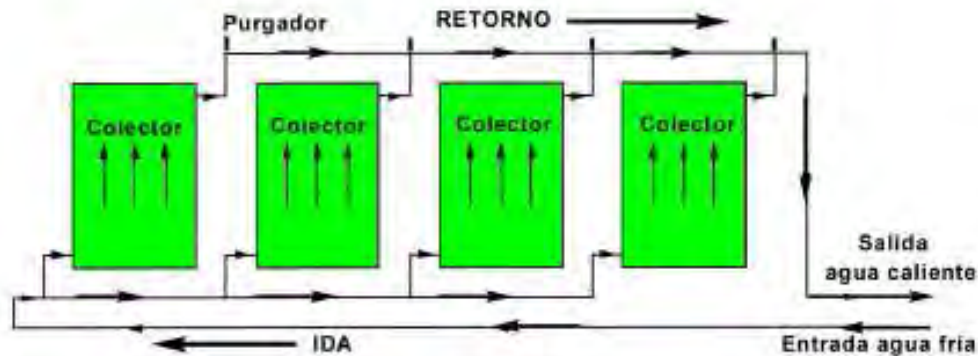


Figura 9-16 Esquema del circuito primario de ida y retorno de los colectores

La representación de los circuitos hidráulicos del sistema solar se pueden observar en los planos:

- **10.8 Distribución de paneles solares.**
- **10.9 Circuito secundario hidráulico solar.**

### 9.15.1 CAUDAL PRIMARIO

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m<sup>2</sup> del captador, de su superficie y del número de ellos.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, en una conexión en serie el caudal se mantiene constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila.

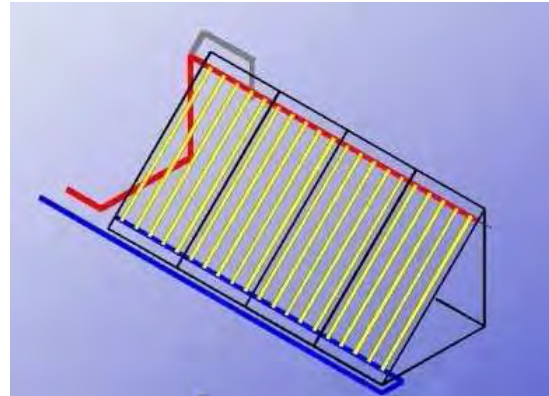


Figura 9-17 Imagen de los conductos de un captador solar

El caudal total se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = \frac{50l}{h \cdot m^2} \times 2,23 m^2 \times 75 = \frac{8362,5l}{h}$$

Siendo:

Parámetros	
<b>Q</b>	Caudal total del circuito primario, en l/h
<b>Q<sub>captador</sub></b>	Caudal unitario del captador, en l/(h.m <sup>2</sup> )
<b>A</b>	Superficie de un captador solar, en m <sup>2</sup>
<b>N</b>	Número de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador

Ecuación 9-16 Cálculo del caudal que circula por el primario

La pérdida de carga unitaria se calcula por medio de la expresión derivada de la ecuación de Flamant, que relaciona el diámetro con el caudal de la siguiente forma:

$$j = \frac{K_s}{387} \times \frac{v^{1,9}}{D^{1,1}}$$

Parámetros	
<b>j</b>	Pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm c.a./m).
<b>K<sub>s</sub></b>	Coeficiente de pérdidas.
<b>v</b>	Velocidad del fluido (m/s)
<b>D</b>	Diámetro interior de la tubería, en mm.

*Ecuación 9-17 Pérdida de carga unitaria (mmca/m)*

### 9.15.2 CIRCUITO HIDRÁULICO ALA IZQUIERDA

A continuación se muestra los caudales que circulan por cada tramo del circuito, así como la velocidad que lleva el fluido y la pérdida de carga.

También se ha escogido el diámetro de la tubería con su espesor de aislamiento.

Se ha seguido el siguiente procedimiento para el cálculo de todos los parámetros:



**TRAMO 2-21**

El caudal que circula por ese tramo es:

$$Q = \frac{3345l}{h} = 0,9291 \frac{l}{s}$$

Para calcular la velocidad:

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0,9291}{\pi \times (40 \times 10^{-3})^2} = 0,74 \frac{m}{s}$$

Se observa que el fluido posee una velocidad menor de 2m/s.

Por lo que:

DN = 42 mm y e = 1mm → D<sub>interior</sub> = 40 mm

Para calcular el espesor del aislante, teniendo en cuenta el RITE:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40 ... 60	>60 ... 100	>100 ... 180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla. 9-12 Espesores mínimos de aislamiento de las tuberías

Se mirará el valor correspondiente al diámetro exterior de la tubería (DN = 42 mm). El espesor indicado para  $35 \leq DN \leq 60$  mm y una rango de temperatura máxima entre los 60 °C y los 100 °C, es un espesor mínimo aislante de 40 mm. Por lo que el diámetro de la tubería más el aislante será de:

$$D_{total \text{ con aislante}} = DN + 2 \text{espesor} = 42 + (2 \times 40) = 122 \text{mm}$$

Para calcular las **pérdidas de carga** se suman las pérdidas primarias y pérdidas secundarias.

$$\Delta P_{tubería} = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times \left( \frac{L}{D} \times f + \sum K_s \right)$$

Las pérdidas secundarias son caídas de presión localizadas ( $\Delta P_s$ ) debido a componentes adicionales (válvulas, codos, curvas, contracciones)

Denominamos  $K_s$ , al coeficiente de pérdidas y se determina experimentalmente. Depende de la geometría y del número de Reynolds. Puede escribirse como:

$$K_s = \frac{\Delta P_s}{\frac{1}{2} \times \rho \times v^2}$$

Los valores de  $K_s$  pueden también venir definidos en tablas, como la siguiente:

Tabla 3.11. Valores de K y L/D para distintos tipos de elementos singulares

Accesorios	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,50	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,20	13
Válvula de compuerta (abierto 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierto 1/2)	5,60	160
Válvula de compuerta (abierto 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
"T" por la salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Tabla. 9-13 Valores de K y L/D para distintos de elementos singulares

Suponiendo para un pérdida local de un codo de 45°C de radio grande con bridas.

$$K_s = 0,35$$

La pérdida de carga unitaria se calcula por medio de:

$$j = \frac{K_s}{387} \times \frac{v^{1,9}}{D^{1,1}} = \frac{0,35}{387} \times \frac{0,74^{1,9}}{(40 \times 10^{-3})^{1,1}} = 0,0176 \frac{mmca}{m}$$

Siguiendo el mismo procedimiento se obtiene:

Tramo	Caudal (l/h)	DN (mm)	Di (mm)	exponer aislamiento (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito má desfavor
1_2	8.363,00	66,70	64,30	50	0,72	3,26	2,00	8,57	79,35	<input checked="" type="checkbox"/>
2_21	3.345,00	42,00	40,00	40	0,74	17,76	16,00	16,96	301,14	<input checked="" type="checkbox"/>
21_22	1.673,00	35,00	33,00	30	0,54	13,17	10,00	11,01	145,01	<input checked="" type="checkbox"/>
22_23	1.115,00	22,00	20,00	30	0,39	69,87	4,50	5,13	358,42	<input checked="" type="checkbox"/>
23_24	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input checked="" type="checkbox"/>
25_26	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input checked="" type="checkbox"/>
26_27	1.115,00	22,00	20,00	30	0,39	69,87	4,50	5,13	358,42	<input checked="" type="checkbox"/>
27_28	1.673,00	35,00	33,00	30	0,54	13,17	22,00	23,01	303,06	<input checked="" type="checkbox"/>
28_35	3.345,00	42,00	40,00	40	0,74	17,76	16,00	17,32	307,53	<input checked="" type="checkbox"/>
35_36	8.363,00	66,70	64,30	50	0,72	3,26	2,00	3,34	36,48	<input checked="" type="checkbox"/>
21_29	1.673,00	28,00	26,00	30	0,88	40,87	4,00	4,76	194,55	<input type="checkbox"/>
29_30	1.115,00	22,00	20,00	30	0,39	69,87	4,50	5,13	358,42	<input type="checkbox"/>
30_31	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input type="checkbox"/>
32_33	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input type="checkbox"/>
33_34	1.115,00	22,00	20,00	30	0,39	69,87	4,50	5,13	358,42	<input type="checkbox"/>
34_28	1.673,00	28,00	26,00	30	0,88	40,87	24,00	24,76	1.012,00	<input type="checkbox"/>
0	0,00	42,00	40,00	...	...	0	4,50	5,82	0,00	<input type="checkbox"/>
0	0,00	54,00	51,60	...	...	0	4,50	6,21	0,00	<input type="checkbox"/>
0	0,00	66,70	64,30	...	...	0	58,00	63,82	0,00	<input type="checkbox"/>
0	0,00	66,70	64,30	...	...	0	2,00	3,34	0,00	<input type="checkbox"/>

**Pérdidas de carga en el circuito más desfavorable (mm.c.a)**

**2.489,86**

*Tabla. 9-14 Pérdida de carga en el circuito primario solar ala izquierda*

**El circuito más desfavorable** es: 1-2-21-22-23-24-25-26-27-28-35-36.

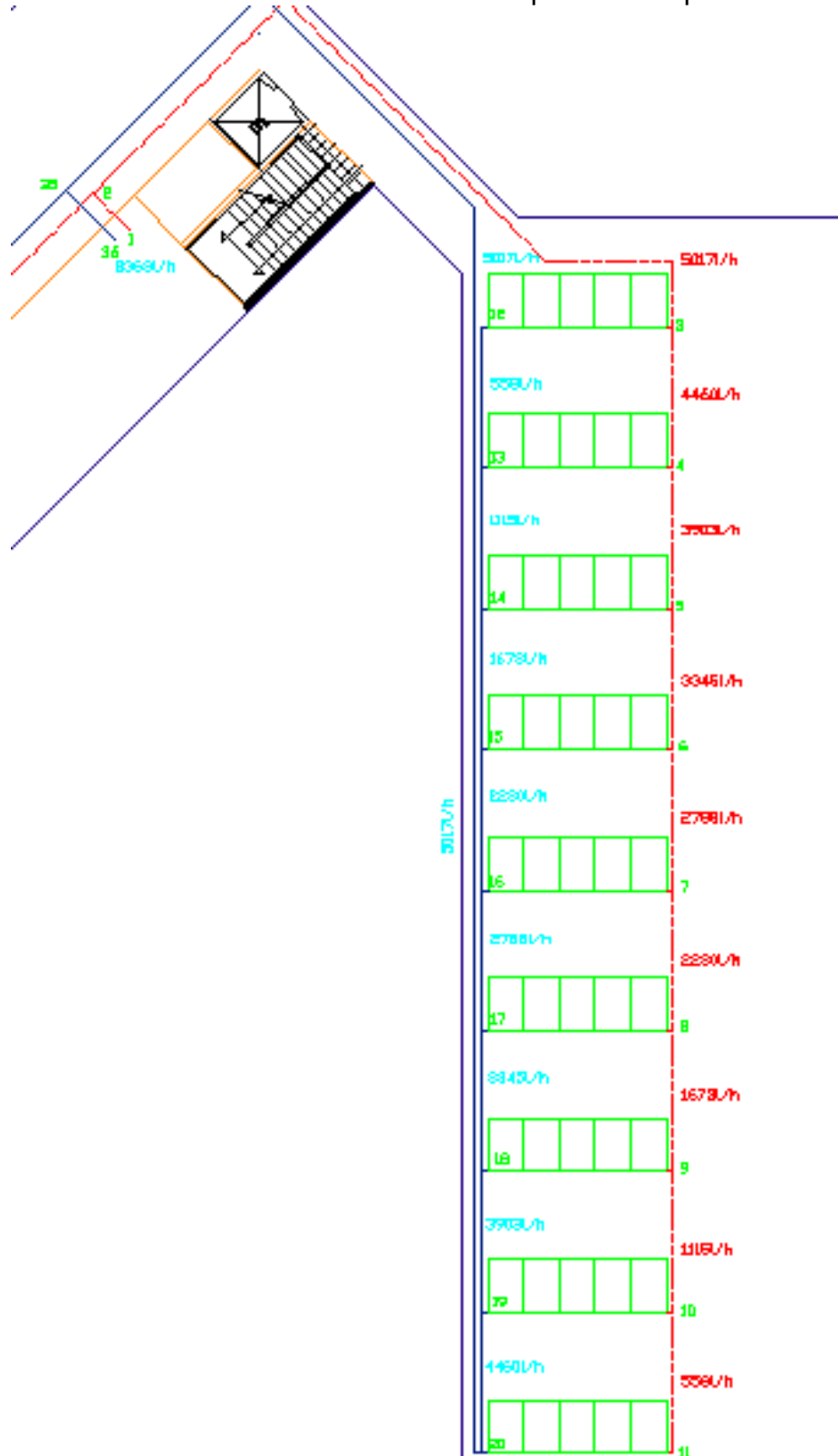


**La Pérdida total de carga** se calcula por medio de la suma de las pérdidas de carga de cada tramo.

**Pérdida de carga Total: 2,489mca**

### 9.15.3 CIRCUITO HIDRÁULICO ALA DERECHA

La distribución de los conductos viene representada por:



*Tabla. 9-15 Plano circuito hidráulico del ala derecha*



Realizando los mismos pasos anteriores que para el ala izquierda del edificio se obtiene:

#### Pérdida de carga circuito primario

Tramo	Caudal (l/h)	DN (mm)	Di (mm)	Corporar aislamiento (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavor
1_2	8.363,00	66,70	64,30	50	0,72	9,26	2,00	8,57	79,35	<input checked="" type="checkbox"/>
2_3	5.017,00	66,70	64,30	50	0,43	3,79	27,00	31,44	119,04	<input checked="" type="checkbox"/>
3_4	4.460,00	54,00	51,60	40	0,59	8,76	4,50	6,21	54,42	<input checked="" type="checkbox"/>
4_5	3.903,00	42,00	40,00	40	0,86	23,26	4,50	5,82	135,37	<input checked="" type="checkbox"/>
5_6	3.345,00	42,00	40,00	40	0,74	17,76	4,50	7,14	126,78	<input checked="" type="checkbox"/>
6_7	2.788,00	35,00	33,00	30	0,91	32,19	4,50	5,51	177,38	<input checked="" type="checkbox"/>
7_8	2.230,00	35,00	33,00	30	0,72	21,78	4,50	5,51	120,00	<input checked="" type="checkbox"/>
8_9	1.673,00	28,00	26,00	30	0,88	40,87	4,50	5,26	214,99	<input checked="" type="checkbox"/>
9_10	1.115,00	22,00	20,00	30	0,99	69,87	4,50	5,13	358,42	<input checked="" type="checkbox"/>
10_11	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input checked="" type="checkbox"/>
12_13	558,00	18,00	16,00	30	0,77	60,04	4,50	5,00	300,22	<input type="checkbox"/>
13_14	1.115,00	22,00	20,00	30	0,99	69,87	4,50	5,13	358,42	<input type="checkbox"/>
14_15	1.673,00	28,00	26,00	30	0,88	40,87	4,50	5,26	214,99	<input type="checkbox"/>
15_16	2.230,00	35,00	33,00	30	0,72	21,78	4,50	5,51	120,00	<input type="checkbox"/>
16_17	2.788,00	35,00	33,00	30	0,91	32,19	4,50	5,51	177,38	<input type="checkbox"/>
17_18	3.345,00	35,00	33,00	30	1,09	44,28	4,50	5,51	243,97	<input type="checkbox"/>
18_19	3.903,00	42,00	40,00	40	0,86	23,26	4,50	5,82	135,37	<input type="checkbox"/>
19_20	4.460,00	54,00	51,60	40	0,59	8,76	4,50	6,21	54,42	<input type="checkbox"/>
20_35	5.017,00	66,70	64,30	50	0,43	3,79	58,00	63,82	241,64	<input checked="" type="checkbox"/>
35_36	8.363,00	66,70	64,30	50	0,72	9,26	2,00	3,94	36,48	<input checked="" type="checkbox"/>

Pérdidas de carga en el circuito más desfavorable (mm.c.a)

1.964,09

Tabla. 9-16 Pérdida de carga en el circuito primario solar ala derecha



Sumando las pérdidas de cargas en el circuito más desfavorable son: **1,96 mca**



## 9.16 CIRCUITO HIDRÁULICO SECUNDARIO

### 9.16.1 CAUDAL SECUNDARIO

El caudal del secundario debe de estar entre

$$0,9Q_1 \leq Q_2 \leq 1,1Q_1$$

$$7526 \frac{l}{h} \leq Q_2 \leq 9198 \frac{l}{h}$$

Se va a fijar un caudal secundario un 6% por debajo del caudal primario.

$$Q_2 = 7860 l/h$$

Por lo tanto para completar el diseño del intercambiador, el próximo paso sería calcular el salto térmico que en él se produce cuando entran en contacto la corriente caliente del campo de colectores con la corriente fría del primer depósito de acumulación.

Suponiendo una eficiencia del intercambiador del 100% el calor que cede el fluido caliente será aportado en su totalidad al fluido frío que lo usará para elevar su temperatura.

$$P = m_1 \times C_{esp1} \times \Delta T_1 = m_2 \times C_{esp2} \times \Delta T_2$$

Parámetros	
<b>m</b>	Masa, en Kg
<b>Cesp</b>	Calor específico en KJ/kg°K
<b>ΔT</b>	Salto de temperaturas en el intercambiador en °C
<b>P</b>	Potencia

*Ecuación 9-18 Potencia de un intercambiador*

Como la potencia en el circuito primario es igual a la potencia del circuito secundario, de donde se deduce que:

$$98kW = Q_1 \times 990,34 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 4,18 \left( \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \right) \times 1 \left( \frac{h}{3600 s} \right) \times \Delta T_1$$

$$\Delta T_1 = 10,19^\circ C$$

Para calcular el salto térmico del secundario:

$$98kW = Q_2 \times 1000 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \times 4,18 \left( \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \right) \times 1 \left( \frac{h}{3600 s} \right) \times \Delta T_2$$

$$\Delta T_2 = 10,73^\circ C$$

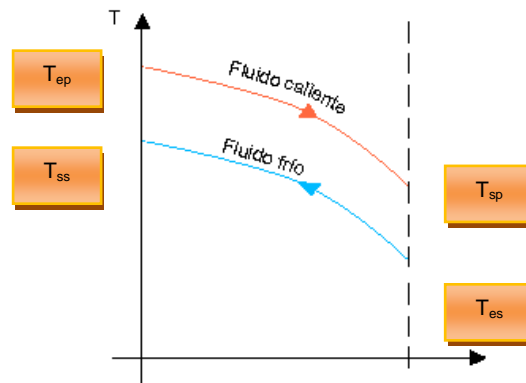
En cuanto a las restricciones normativas en lo que al salto térmico se refiere, es necesario que el intercambiador independientemente de nuestro sistema de calentamiento de agua, para una temperatura de diseño de entrada de primario de 50°C la temperatura de salida de secundario deba ser siempre mayor de 45°C.

La eficiencia de un intercambiador se mide por:

$$\epsilon = \frac{T_{ss} - T_{es}}{T_{ep} - T_{es}}$$

Parámetros	
<b>T<sub>ss</sub></b>	Temperatura salida del secundario del intercambiador.
<b>T<sub>es</sub></b>	Temperatura entrada del secundario del intercambiador.
<b>T<sub>ep</sub></b>	Temperatura entrada del primario del intercambiador..
<b>ε</b>	Eficiencia.

*Ecuación 9-19 Eficiencia de un intercambiador*



*Gráfico 9-7 Distribución de entrada y salida temperaturas en un intercambiador*

Dado que no conoce  $T_{sp}$ , se elige una eficiencia del intercambiador con la que se trabaje en buenas condiciones, y así calcular la  $T_{sp}$ .

En el caso que nos ocupa:

$$\Delta T_2 = (T_{ss} - T_{es}) = 10,73^\circ\text{C}$$

$$T_{ss} = 65^\circ\text{C}$$

$$T_{es} = \Delta T_2 - T_{ss} = 54,27^\circ\text{C}$$

Por lo que haciendo uso de la expresión de la eficiencia del intercambiador, se calcula la temperatura de entrada al cambiador del circuito primario.

$$T_{ep} = \frac{(T_{ss} - T_{es}) + (T_{es} \times \epsilon)}{\epsilon} = \frac{(65 - 54,27) + (54,27 \times 0,75)}{0,75} = 68,57^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_1 = (T_{ep} - T_{sp}) = 10,19^\circ\text{C}$$

$$T_{ep} = 80^\circ\text{C}$$

$$T_{sp} = T_{ep} - \Delta T_1 = 69,81^\circ\text{C}$$

El circuito secundario va desde el intercambiador externo al acumulador (En este caso será necesario un circuito terciario) y está constituido por tuberías de cobre formando todo ello un circuito cerrado. Las uniones serán soldadas.

El fluido caloportador de este circuito es agua sin aditivos.

La pérdida de carga del circuito secundario se obtiene de la misma forma que para el circuito primario. La pérdida de carga del tramo más desfavorable se obtiene de la suma de las pérdidas de carga de los tramos más desfavorables, como se muestra en la siguiente tabla:

**Pérdida de carga circuito secundario**

Tramo	Caudal (l/h)	DN (mm)	Di (mm)	espesor aislamiento (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavorable
A_B	7.860,00	54,00	51,60	30	1,05	18,17	1,20	2,31	52,88	<input checked="" type="checkbox"/>
B_D2	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	2,80	4,12	74,61	<input type="checkbox"/>
B_D1	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	2,80	4,12	74,61	<input checked="" type="checkbox"/>
D_LC	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	2,80	4,12	74,61	<input checked="" type="checkbox"/>
C_D	7.860,00	54,00	51,60	30	1,05	18,17	1,00	2,71	49,25	<input checked="" type="checkbox"/>
H_I	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	1,00	2,32	42,01	<input checked="" type="checkbox"/>
L_D1	7.860,00	54,00	51,60	30	1,05	18,17	2,80	4,51	81,95	<input checked="" type="checkbox"/>
D_LJ	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	2,80	4,12	74,61	<input checked="" type="checkbox"/>
D2_J	3.930,00	42,00	40,00	30	0,87	18,11	2,80	4,12	74,61	<input type="checkbox"/>
J_K	7.860,00	54,00	51,60	30	1,05	18,17	1,20	1,20	21,81	<input checked="" type="checkbox"/>
LM	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
MN	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
NO	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
OP	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
PQ	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
QR	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
RS	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
ST	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
TU	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>
UV	0,00	...	...	...	...	0	0,00	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>

**Pérdidas de carga en el circuito más desfavorable (mm.c.a)**

471,72

*Tabla. 9-17 Pérdida de carga del circuito secundario solar*

## 9.17 CIRCUITO HIDRÁULICO ACS

Circuito por el que circula el agua de consumo hasta cada usuario. Estará constituido por dos montantes que llevarán cada una el ACS a cada ala del edificio. Las tuberías serán de cobre

Para el dimensionado de una instalación cabe considerar la existencia del CTE (Código Técnico de la Edificación) Documento Básico: DB Salubridad, Sección HS 4: Suministro de agua.

En todas las instalaciones de suministro de agua el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en el CTE son de aplicación para cualquier tipo de material e instalación y estos son los siguientes:

Según el *apartado 2.1.3 del CTE HS4* existen unas Condiciones mínimas de suministro.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mín. de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mín. de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla. 9-18 Caudal instantáneo mínimo de suministro para cada tipo de aparato

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes;
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

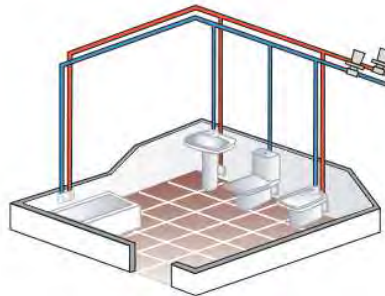
La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa

La distribución de las conducciones viene representada en los siguientes planos:

- **10.10 Distribución de ACS Planta Baja.**
- **10.11 Distribución de ACS Planta Primera.**

### 9.17.1 CAUDAL

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la *tabla 82*.



*Figura 9-18 Imagen del suministro de ACS Y AF a un baño de una habitación*

El dimensionado hidráulico se ha hecho según la simultaneidad de las necesidades de ACS. El caudal se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$Q = K_n \times N \times q_{hab} \left( \frac{l}{s} \right)$$

Donde:

Párametros	
<b>K<sub>n</sub></b>	Factor de simultaneidad = $K_n = \frac{1}{\sqrt{N_{grifo} - 1}}$
<b>N</b>	Número de habitaciones
<b>Q<sub>hab</sub></b>	Caudal de ACS que hay por habitación [l/seg]
<b>N<sub>grifo</sub></b>	Número de grifos

*Ecuación 9-20. Cálculo del caudal de ACS*

Cálculo del caudal simultáneo en cada tramo para la planta primera es:

- Habitación 10.

$$K_n = \frac{1}{\sqrt{N_{grifo} - 1}} = \frac{1}{\sqrt{3 - 1}} = 0,7 > 0,2$$

Dado que el coeficiente de simultaneidad es mayor que 0,2.  $\Rightarrow$  **VÁLIDO**

A continuación se calcula el caudal para la habitación 10.

$$Q = \frac{1}{\sqrt{N_{grifo} - 1}} \times N \times q_{hab} \left( \frac{l}{s} \right) = \frac{1}{\sqrt{3 - 1}} \times 1 \times 0,33 = 0,233 \text{ l/s}$$

Por ejemplo para la habitación 1 sería:

- Habitación 1

$$\frac{1}{\sqrt{N_{grifo}-1}} = \frac{1}{\sqrt{30-1}} = 0,1856 < 0,2 \longrightarrow K_n=0,2$$

Como no se cumple se toma un coeficiente de simultaneidad de 0,2. Por lo que:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{N_{grifo}-1}} \times N \times q_{hab} \left( \frac{l}{s} \right) = \frac{1}{\sqrt{30-1}} \times 10 \times 0,33 = 0,66 \text{ l/s}$$

Siguiendo este procedimiento por las demás dependencias y planta baja se obtiene:

ALA IZQUIERDA/DERECHA.						
PLANTA PRIMERA Y PANTA BAJA						
	q <sub>hab</sub> (l/s)	N	N <sub>grifo</sub>	¿Kn>0,2?	Q (l/s)	Q (l/h)
Habitación 10/ 20	0,33	1	3	0,70710678	0,23334524	840,042864
Habitación 9 / 19	0,33	2	6	0,4472136	0,29516097	1062,57949
Habitación 8 / 18	0,33	3	9	0,35355339	0,35001786	1260,0643
Habitación 7 / 17	0,33	4	12	0,30151134	0,39799497	1432,78189
Habitación 6 / 16	0,33	5	15	0,26726124	0,44098105	1587,53178
Habitación 5 / 15	0,33	6	18	0,24253563	0,48022054	1728,79394
Habitación 4 / 14	0,33	7	21	0,2236068	0,5165317	1859,51412
Habitación 3 / 13	0,33	8	24	0,20851441	0,55047805	1981,72098
Habitación 2 / 12	0,33	9	27	0,19611614	0,594	2138,4
Habitación 1 / 11	0,33	10	30	0,18569534	0,66	2376

El caudal que circula por cada tramo es:

ALA DERECHA			
PLANTA BAJA			
Entre recintos	TRAMO	Q(l/s)	Q(l/h)
Lavandería- Cocina	AB	1,2	4320
Cocina-Aseos Restaurante Femenino	BC	2,4	8640
Aseos Restaurante Fem-Masc	CD	2,53	9108
Aseos Rest. Masc- - Aseos Fem Gim	DE	2,66	9576
Intersección habitaciones- Aseos Gimansio Masc.	EF	3,21	11556
Intersección –Patinillo	FG	3,87	13932

Tabla. 9-19 Caudal de ACS que circula por cada tramo

La distribución de los caudales viene representada por el siguiente esquema:

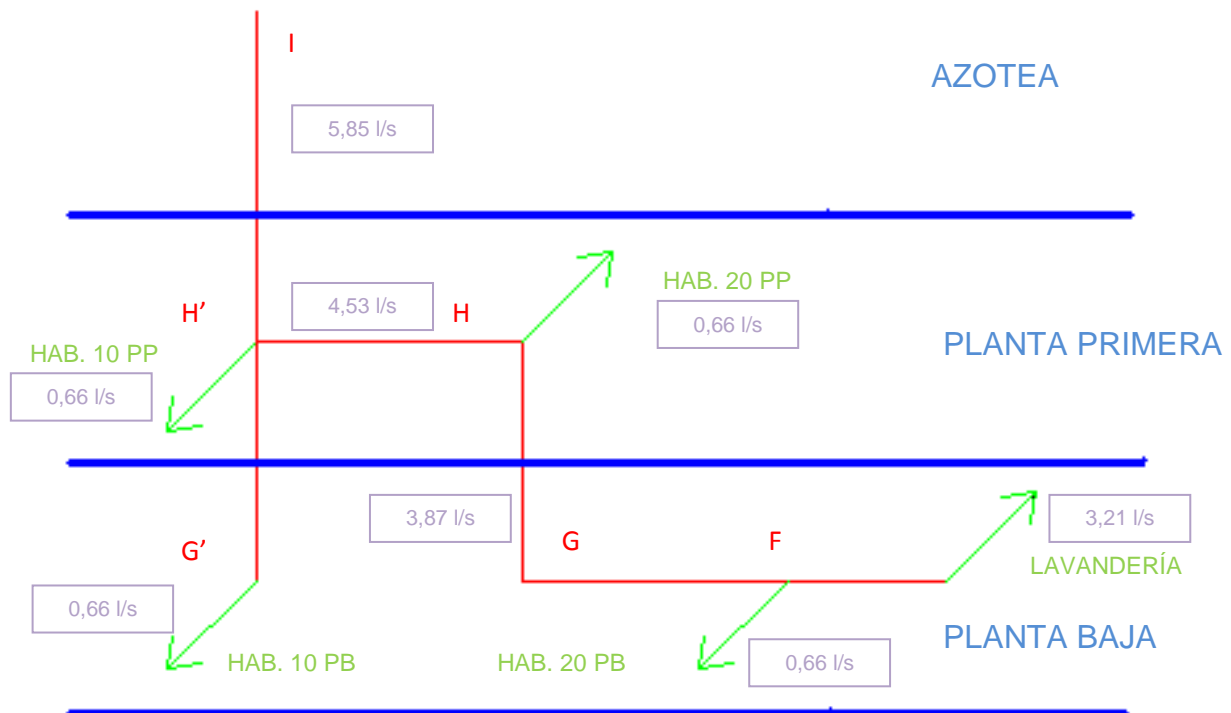


Figura 9-19 Distribución de los caudales de ACS por cada planta

### 9.17.2 PÉRDIDAS DE CARGA:

Se calcula la pérdida de carga siguiendo el mismo procedimiento que en los demás circuitos.

Dado que el ramal que desciende por el ala derecha se bifurca en 2, uno para las habitaciones y otro hasta la lavandería. Hay que calcular la pérdida de presión para saber que circuito es más desfavorable y posteriormente calcula la bomba necesitada.

Primero, Cálculo de la pérdida de carga en el circuito de consumo de ACS con tuberías de cobre hasta la habitación 20 de la planta primera.



Tramo	Caudal (l/h.)	DH (mm)	Di (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavorable
H.20	840,00	28,00	26,00	0,44	5,42	11,62	16,18	152,35	<input checked="" type="checkbox"/>
H.19	1.062,57	28,00	26,00	0,56	14,21	2,03	2,33	33,10	<input checked="" type="checkbox"/>
H.18	1.260,00	28,00	26,00	0,66	19,14	6,07	6,37	121,94	<input checked="" type="checkbox"/>
H.17	1.432,78	28,00	26,00	0,75	23,97	2,03	2,73	66,88	<input checked="" type="checkbox"/>
H.16	1.587,53	28,00	26,00	0,83	28,68	6,07	6,37	162,71	<input checked="" type="checkbox"/>
H.15	1.728,79	28,00	26,00	0,91	33,30	2,03	2,33	77,56	<input checked="" type="checkbox"/>
H.14	1.859,51	28,00	26,00	0,97	37,83	6,07	6,37	240,37	<input checked="" type="checkbox"/>
H.13	1.981,72	28,00	26,00	1,04	42,23	2,03	2,33	98,53	<input checked="" type="checkbox"/>
H.12	2.138,40	28,00	26,00	1,12	48,31	6,07	6,37	307,73	<input checked="" type="checkbox"/>
H.11	2.376,00	35,00	33,00	0,77	18,72	9,04	11,06	207,03	<input checked="" type="checkbox"/>
EF	11.556,00	66,70	64,30	0,39	12,54	17,84	24,36	305,55	<input type="checkbox"/>
DE	9.576,00	66,70	64,30	0,82	9,03	7,82	11,24	101,47	<input type="checkbox"/>
CD	9.108,00	66,70	64,30	0,78	8,27	2,40	3,10	25,64	<input type="checkbox"/>
BC	8.640,00	54,00	51,60	1,15	21,44	12,60	15,23	326,59	<input type="checkbox"/>
AB	4.320,00	42,00	40,00	0,96	21,37	6,55	8,05	172,03	<input type="checkbox"/>
FG	13.932,00	66,70	64,30	1,19	17,40	7,60	8,30	144,41	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla. 9-20 Pérdida de carga circuito de ACS hasta la habitación 20

La pérdida de carga total es la suma de las pérdidas de carga de cada tramo del circuito más desfavorable. Sumándolas nos da una pérdida de carga de 1,633 mca.

Realizando el mismo procedimiento, se comprueba cuál es la pérdida de carga total hasta la lavandería. Con el objetivo de determinar cuál es el circuito más desfavorable.

Tramo	Caudal (l/h.)	DH (mm)	Di (mm)	v (m/s)	p.d.c. (mm.c.a/m)	L (m)	Ltotal (m)	p.d.c. (mm.c.a.)	Circuito más desfavorable
H.20	840,00	28,00	26,00	0,44	5,42	11,62	16,18	152,35	<input type="checkbox"/>
H.19	1.062,57	28,00	26,00	0,56	14,21	2,03	2,33	33,10	<input type="checkbox"/>
H.18	1.260,00	28,00	26,00	0,66	19,14	6,07	6,37	121,94	<input type="checkbox"/>
H.17	1.432,78	28,00	26,00	0,75	23,97	2,03	2,73	66,88	<input type="checkbox"/>
H.16	1.587,53	28,00	26,00	0,83	28,68	6,07	6,37	162,71	<input type="checkbox"/>
H.15	1.728,79	28,00	26,00	0,91	33,30	2,03	2,33	77,56	<input type="checkbox"/>
H.14	1.859,51	28,00	26,00	0,97	37,83	6,07	6,37	240,37	<input type="checkbox"/>
H.13	1.981,72	28,00	26,00	1,04	42,23	2,03	2,33	98,53	<input type="checkbox"/>
H.12	2.138,40	28,00	26,00	1,12	48,31	6,07	6,37	307,73	<input type="checkbox"/>
H.11	2.376,00	35,00	33,00	0,77	18,72	9,04	11,06	207,03	<input type="checkbox"/>
EF	11.556,00	66,70	64,30	0,39	12,54	17,84	24,36	305,55	<input checked="" type="checkbox"/>
DE	9.576,00	66,70	64,30	0,82	9,03	7,82	11,24	101,47	<input checked="" type="checkbox"/>
CD	9.108,00	66,70	64,30	0,78	8,27	2,40	3,10	25,64	<input checked="" type="checkbox"/>
BC	8.640,00	54,00	51,60	1,15	21,44	12,60	15,23	326,59	<input checked="" type="checkbox"/>
AB	4.320,00	42,00	40,00	0,96	21,37	6,55	8,05	172,03	<input checked="" type="checkbox"/>
FG	13.932,00	66,70	64,30	1,19	17,40	7,60	8,30	144,41	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla. 9-21 Pérdida de carga ACS circuito hasta la lavandería

La pérdida de carga máxima es 1,075 mca.



Por lo que se deduce que la pérdida de carga más desfavorable en el circuito de ACS se produce del tramo desde la azotea hasta la habitación 20 de la planta baja.

## 9.18 RETORNO DE ACS

El caudal de retorno de ACS será dimensionado para un 10% del caudal de ACS que circula por cada derivación. Se han utilizado unas tuberías multicapa.

El caudal de retorno de ACS se calcula por medio de:

$$Q_{\text{retornoACS}} = 0.1 \times Q_{\text{ACS}}$$

Teniendo en cuenta:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1.100
1 1/2	1.800
2	3.300

Tabla. 9-22 Relación del diámetro de la tubería con el caudal de ACS

Por lo que el caudal de las tuberías de retorno de las plantas primera y baja son:

ALA IZQUIERDA/ DERECHA			
PLANTA PRIMERA Y BAJA			
	Q (l/s)	Q (l/h)	DN
Habitación 10 / 20	0,02333452	84,0042856	1/2"
Habitación 9 / 19	0,0295161	106,25795	1/2"
Habitación 8 / 18	0,03500179	126,006428	1/2"
Habitación 7 / 17	0,0397995	143,278191	3/4"
Habitación 6 / 16	0,0440981	158,753178	3/4"
Habitación 5 / 15	0,04802205	172,879394	3/4"
Habitación 4 / 14	0,05165317	185,951413	3/4"
Habitación 3 / 13	0,05504781	198,172099	3/4"
Habitación 2 / 12	0,0594	213,84	3/4"
Habitación 1 / 11	0,066	237,6	3/4"

Tabla. 9-23 Diámetro en pulgadas de las tuberías de retorno de ACS por las habitaciones

Para simplificar los cálculos tomaremos como diámetro de las tuberías de retorno el diámetro mayor, para el mayor caudal que circula, en este caso el caudal mayor es de 0,066 l/s. Por lo que dimensionaremos todas las tuberías de retorno con un diámetro de 3/4".

Teniendo en cuenta el caudal y las dimensiones de las tuberías se calcula la pérdida de carga unitaria que será de 0,015 mca/m como se demuestra en el siguiente diagrama:

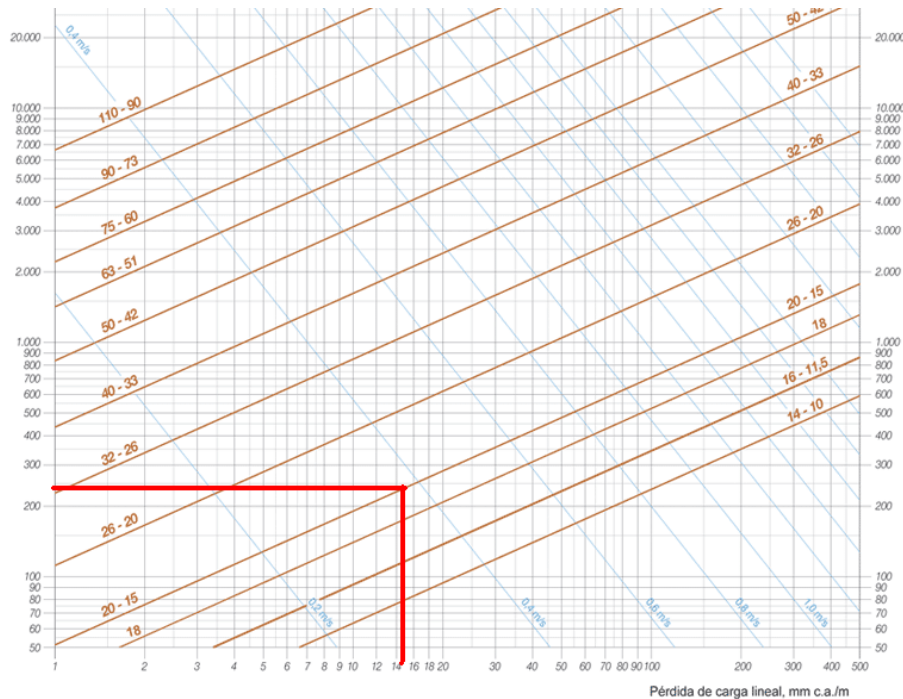


Gráfico 9-8 Abaco de pérdida de carga de las tuberías de ACS de retorno en mmca/m

En cuanto a los demás recintos, tales como restaurante, lavandería, etc. Se sigue el mismo procedimiento utilizado anteriormente.

ALA DERECHA				
RECINTOS PLANTA BAJA				
TRAMOS		Q (l/s)	Q (l/h)	DN
Lavandería- Cocina	AB	0,12	432	1"
Cocina-Aseos Restaurante Femenino	BC	0,24	864	1 1/4"
Aseos Restaurante Fem-Masc	CD	0,253	910,8	1 1/4"
Aseos Rest. Masc- Aseos Fem Gim	DE	0,266	957,6	1 1/4"
Intersección habitaciones- Aseos Gimnasio Masc.	EF	0,321	1155,6	1 1/2"
Patinillo-Intersección circuito habitaciones	FG	0,387	1393,2	1 1/2"

Tabla. 9-24 Diámetro en pulgadas de las tuberías de retorno de ACS por los locales

Para simplificar los cálculos, como hicimos en los tramos de las habitaciones, tomaremos como diámetro de las tuberías de retorno el diámetro mayor, para el mayor caudal que circula, en este caso el caudal mayor es de 0,321 l/s. Por lo que dimensionaremos todas las tuberías de retorno de las plantas baja con un diámetro de 1 1/2". La pérdida de carga unitaria será de 5 mmca/m.

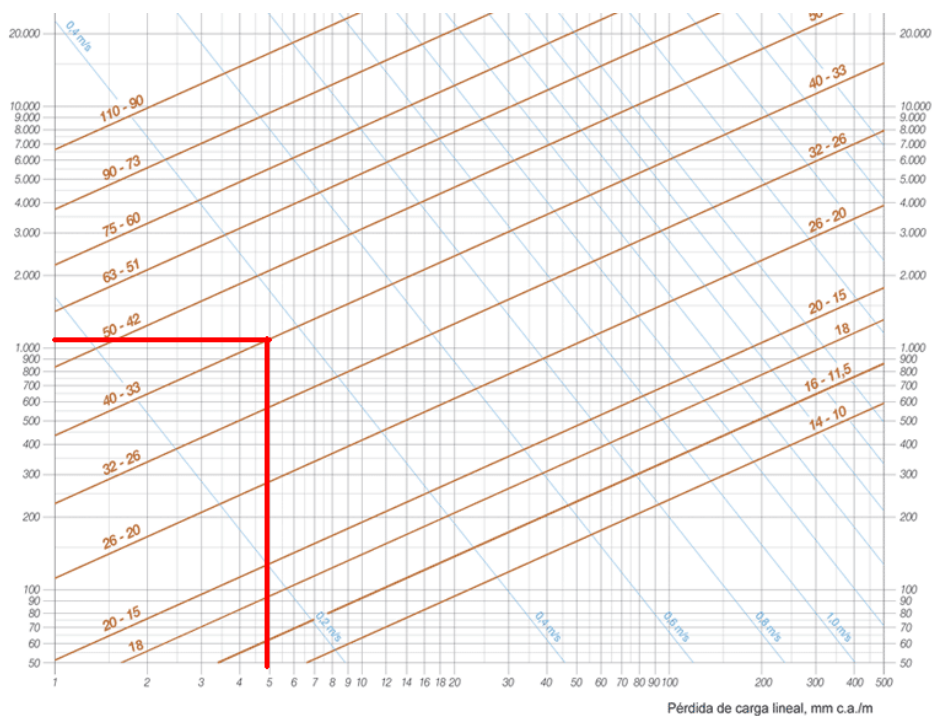


Gráfico 9-9 Abaco de pérdida de carga de ACS de retorno del tramo a la lavandería

El caudal de retorno total es:

	TRAMOS	CAUDAL (l/s)	DIÁMETRO (in)	AISLAMIENTO (mm)	CAUDAL POR PLANTA (l/s)
<b>PLANTA BAJA</b>	A-F	0,321	1 1/2"	30	0,453
	F-HABITACIÓN 20 PB	0,066	3/4"	25	
	G-F	0,387	1 1/2"	30	
	G'-HABITACIÓN 10 PB	0,066	3/4"	25	
<b>PLANTA PRIMERA</b>	H-HABITACIÓN 20 PP	0,066	3/4"	25	0,132
	H'-HABITACIÓN 10 PP	0,066	3/4"	25	
	H'-H	0,453	1 1/2"	30	
<b>PLANTA AZOTEA</b>	I	0,585	2"	40	0,585

Las conducciones de retorno de ACS ascenderán por los patinillos hasta el cuarto de máquinas de la siguiente manera:

	TRAMOS	CAUDAL (l/s)	DIÁMETRO (in)	AISLAMIENTO (mm)
<b>PATINILLOS</b>	I-H'	0,585	2"	40
	H'-G'	0,066	3/4"	25
	H-G	0,387	1 1/2"	30

La distribución de los caudales viene representada por el siguiente esquema:

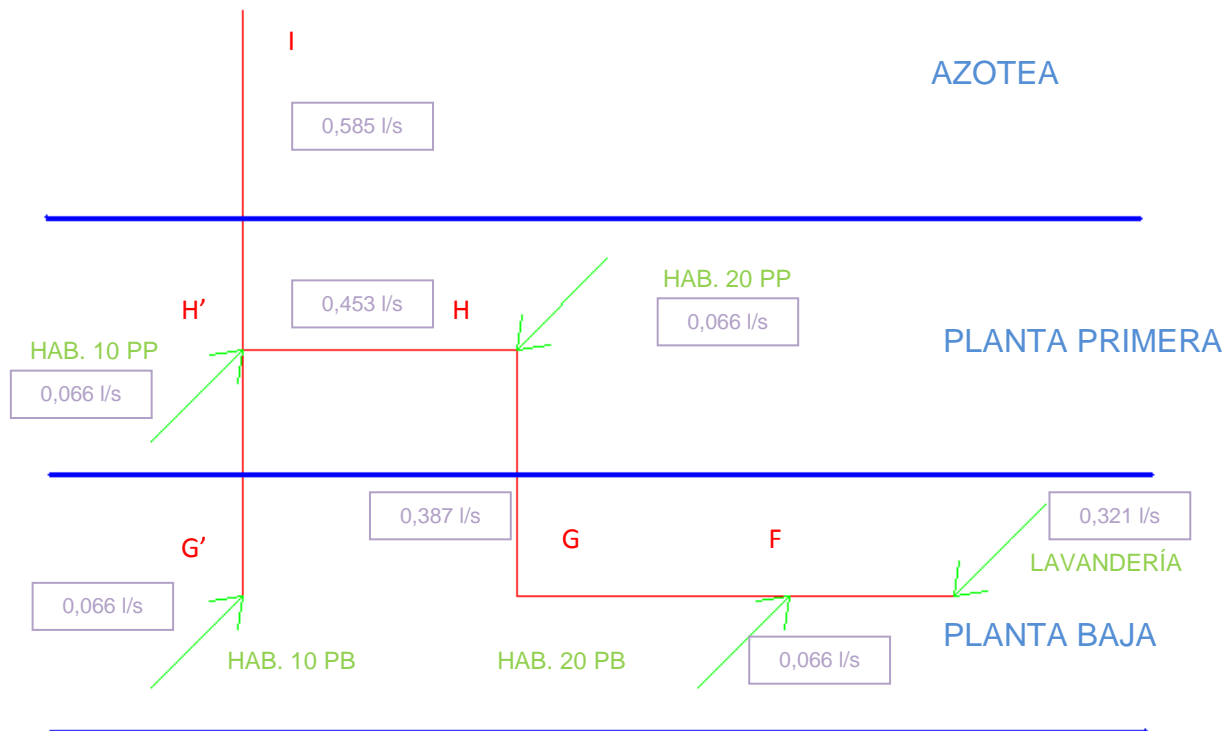


Figura 9-20 Distribución de los caudales de retorno de ACS por cada planta

## 9.19 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

El aislamiento mínimo de las tuberías será especificado en la *IT 1.2.4.2.1.2, Procedimiento simplificado del RITE*. En nuestro caso  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$  para una temperatura de  $10^\circ\text{C}$  con lo cual una vez determinado el espesor de referencia de las tablas ( $\lambda = 0,04 \text{ W/(m.K)}$ ) calculamos el espesor mínimo según la fórmula dada para superficies de sección circular:

$$d = \frac{D}{2} \left( \exp \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \ln \frac{D + 2d_{ref}}{D} \right) - 1 \right)$$

Parámetros	
$\lambda_{ref}$	Conductividad térmica de referencia, igual a $0,04 \text{ W/(m.K)}$ a $10^\circ\text{C}$
$\lambda$	Conductividad térmica del material empleado, en $\text{W/(m.K)}$
$d_{ref}$	Espesor mínimo de referencia, en mm
$D$	Espesor mínimo del material empleado, en mm
EXP	Significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis
$D$	Diámetro interior del material aislante coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm.

*Ecuación 9-21 Espesor mínimo de las tuberías*



*Figura 9-21 Imagen del espesor mínimo de aislante*

El cálculo de los espesores mínimos está especificado en las siguientes tablas según el RITE:

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( $^\circ\text{C}$ )		
	40 .. 60	>60 .. 100	>100 .. 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

*Tabla. 9-25 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías*

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( $^\circ\text{C}$ )		
	40 .. 60	>60 .. 100	>100 .. 180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

### 9.19.1 AISLAMIENTO CIRCUITO DE CONSUMO ACS

ALA IZQUIERDA Y DERECHA			
PLANTA PRIMERA Y BAJA			
TRAMOS	Q (l/s)	DN (mm)	aislamiento (mm)
Habitación 10/20	0,23334524	28	25
Habitación 9/19	0,29516097	28	25
Habitación 8/18	0,35001786	28	25
Habitación 7/17	0,39799497	28	25
Habitación 6/16	0,44098105	28	25
Habitación 5/15	0,48022054	28	25
Habitación 4/14	0,5165317	28	25
Habitación 3/13	0,55047805	28	25
Habitación 2/12	0,594	28	25
Habitación 1/11	0,66	35	25

ALA DERECHA				
PLANTA BAJA (RECINTOS)				
TRAMOS		Q (l/s)	DN (mm)	aislamiento (mm)
Lavandería- Cocina	AB	1,2	42	30
Cocina-Aseos Restaurante Femenino	BC	2,4	54	30
Aseos Restaurante Fem-Masc	CD	2,53	66,70	30
Aseos Rest. Masc- - Aseos Fem Gim	DE	2,66	66,70	30
Intersección circ.habit.- Aseos Gimansio Masc.	EF	3,21	66,70	30
Patinillo- Intersección	FG	3,87	66,70	30

Tabla. 9-26 Aislamiento del circuito de ACS en mm

## 9.20 SISTEMA DE LLENADO

Cualquier circuito cerrado de la instalación ha de incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado.

Se usará un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga, donde esté almacenado el fluido con la proporción requerida de anticongelante en agua, de forma que no disminuya la proporción de anticongelante cuando se repongan las fugas.

Se recomienda realizar el llenado del circuito por la parte inferior del mismo para facilitar la salida al exterior del posible aire acumulado.

## 9.21 VACIADO Y PURGA

Las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total.

A la hora de vaciarse, se llevará a cabo por medio de válvulas de diámetro mínimo nominal de 20 mm.

El vaciado total se hará por el punto accesible más bajo de la instalación a través de una válvula cuyo diámetro mínimo será función de la potencia térmica del circuito.

Potencia térmica kW	Calor DN (mm)	Frio DN (mm)
P ≤ 70	20	25
70 < P ≤ 150	25	32

*Tabla. 9-27 Diámetros nominales para vaciado en función de la potencia*

Se colocarán dispositivos de purga en los puntos más altos de la salida de baterías de captadores en todos aquellos puntos donde pueda quedar aire acumulado

Para evitar acumulaciones de aire innecesarias se realiza el trazado de tuberías evitando caminos tortuosos, para evitar que quede aire atrapado. Los trazados horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación.

Además, cuando se prevea la formación de vapor en el circuito, se evitará el uso de purgadores automáticos.



## 9.22 VASOS DE EXPANSIÓN

Se encarga de absorber las variaciones de volumen y presión que experimenta el fluido en un circuito cerrado debido a los cambios de temperatura.

Existen dos tipos de vasos de expansión pueden ser abiertos o cerrados en función de que el fluido del circuito esté en contacto directo con la atmósfera o no.

Los vasos de expansión cerrados son utilizados en instalaciones solares. Consiste en un depósito estanco, normalmente de acero. El vaso se divide en un volumen con nitrógeno que actúa de amortiguador y una parte donde fluctúa el líquido de la instalación estando los dos volúmenes separados por una membrana elástica impermeable.

Al aumentar la temperatura del fluido también aumenta la presión en el circuito y el líquido tiende a expandirse en el vaso desplazando la membrana elástica y disminuyendo el volumen ocupado por el gas. Sin embargo, cuando disminuye la temperatura se produce una disminución de la presión en el circuito y el volumen ocupado por el gas aumenta desplazando el líquido del vaso.

### 9.22.1 CIRCUITO PRIMARIO

La temperatura del fluido influye de manera importante a la hora de seleccionar el tipo de vaso de expansión. Dado que la temperatura del circuito solar primario sobrepasa los 90°C se ha elegido un vaso de expansión cerrado, también hay que tener en cuenta que el circuito está presurizado.

El vaso de expansión cerrado se situará antes del punto de aspiración de la bomba para evitar las depresiones producidas al arrancar la bomba en el circuito en el punto más elevado posible.

El vaso de expansión debe reunir una serie de características:

- La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.
- Se debe dimensionar de tal forma que tras una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.



El volumen total de las tuberías se obtiene en la siguiente tabla:

Volumen de fluido en las tuberías ( $V_{\text{tuberías}}$ )				
Tramos de DN	L total (m)	Di (mm)	Volumen tubo(l/m)	Volumen tubo(l)
66,7	93	64,3	3,247	302,0
54	9	51,6	2,091	18,8
42	50	40	1,257	62,8
35	54,5	33	0,855	46,6
28	41,5	26	0,531	22,0
22	13,5	20	0,314	4,2
18	27	16	0,201	5,4
TOTAL tubos ( $V_{\text{tubos}}$ )				462,0

El contenido total de fluido en el circuito es de 462 litros

$$V_n = V_u \times \frac{(P_F + 1)}{P_F - P_I}$$

Parámetros	
$V_u$	Volumen útil del vaso (l)
$V_n$	Volumen nominal del vaso (l)
$P_F$	Presión absoluta final del vaso de expansión ( $\text{kg/cm}^2$ )
$P_I$	Presión absoluta inicial del vaso de expansión ( $\text{kg/cm}^2$ )

*Ecuación 9-22 Cálculo del volumen nominal del vaso de expansión*

El volumen se calcula por medio de:

$$V_u = (V_c \times e + V_p) \times K$$

Parámetros	
$V_u$	Volumen útil del vaso (l)
$V_c$	Volumen total: intercambiador+ tubos+colectores
$e$	Coeficiente de dilatación del fluido
$V_p$	Volumen de los captadores (l)
$K$	Constante de seguridad; $k=1,1$

*Ecuación 9-23 Cálculo del volumen útil del vaso de expansión*

Diferencia de temperaturas del fluido ( $^{\circ}\text{C}$ )	$C_e$	
	Sin anticongelantes	Con anticongelante
100	0,050	0,065
120	0,045	0,060

*Tabla. 9-28 Coeficiente  $C_e$*

La diferencia de cotas entre el punto más alto de la instalación y el lugar donde se encuentra el vaso de expansión es de 1,20 metros (el captador solar inclinado). Ambos se encuentran en la misma planta.

La presión estática es igual a:

$$P_{estática} = h \times 0,1 \frac{bar}{m} = 1,20 \times 0,1 = 0,12 \text{ bar}$$

La presión mínima en el punto más alto es igual a:

$$P_{min} = 1,5 \text{ bar} + P_{estática} = 1,5 + 0,12 = 1,62 \text{ bar}$$

La válvula de seguridad se encuentra situada a la misma cota que el vaso de expansión y tarada a 4 bar. La presión máxima debe ser menor a la presión de tarado de la válvula de seguridad ( $P_{vs}$ ) en aproximadamente 6 bares, es decir:

$$P_{max} = 0,9 \times 6 \text{ bar} = 5,4 \text{ bar}$$

<b>Vol. total de fluido en los intercamb. de calor (<math>V_{interc.}</math>):</b>	litros	5,0
<b>Vol.total contenido en la instalación solar (<math>V_{interc.}+V_{tubos}</math>)</b>	litros	467
<b>Número de captadores (<math>V_p</math>)</b>	un	75
	litros	112,5
<b>Total Volumen útil del vaso de expansión (<math>V_u</math>)</b>	litros	162,0
<b>Presión absoluta inicial del vaso de expansión (<math>P_i</math>)</b>	bar	1,62
<b>Presión absoluta final del vaso de expansión (<math>P_f</math>)</b>	bar	5,4
<b>Volumen nominal del vaso de expansión (<math>V_n=V_u * (P_f+1)/(P_f-P_i)</math>)</b>	litros	274

## 9.22.2 CIRCUITO SECUNDARIO

El circuito secundario contiene un depósito solar de almacenamiento, el cual posee un gran volumen. En este caso, el depósito realizará dos funciones:

- función de acumulación.
- Actuar como vaso de expansión.

El dimensionamiento se hará de idéntica manera que en el apartado anterior, incluyéndose el volumen del depósito en el recuento de volumen total del circuito secundario. Una vez determinado el volumen total requerido para el vaso de expansión, se sumará a la capacidad del tanque dimensionado.

Esta situación, puede obligarnos a aumentar el tamaño del tanque solar. Veamos, como ejemplo, lo que ocurre en el circuito secundario.

$$V = 14000 \text{ litros}$$

El volumen total de fluido en las tuberías:

Volumen de fluido en las tuberías ( $V_{\text{tuberías}}$ )				
Tramos de DN	L total (m)	Di (mm)	Volumen tubo(l/m)	Volumen tubo(l)
54	6,2	51,6	2,091	13
42	15	40	1,257	18,8
TOTAL tubos ( $V_{\text{tubos}}$ )				21,8

El contenido total de fluido en el circuito es de 22 litros

$$V_n = V_u \times \frac{(P_F + 1)}{P_F - P_I}$$

Parámetros	
$V_u$	Volumen útil del vaso (l)
$V_n$	Volumen nominal del vaso (l)
$P_F$	Presión absoluta final del vaso de expansión ( $\text{kg/cm}^2$ )
$P_I$	Presión absoluta inicial del vaso de expansión ( $\text{kg/cm}^2$ )

El volumen se calcula por medio de:

$$V_u = (V_c \times e + V_p) \times K$$

Parámetros	
$V_u$	Volumen útil del vaso (l)
$V_c$	Volumen total: intercambiador+ tubos+colectores
$e$	Coefficiente de dilatación del fluido; $e=0,08$
$V_p$	Volumen de los captadores (l)
$K$	Constante de seguridad; $k=1,1$

La diferencia de cotas entre el punto más alto de la instalación y el lugar donde se encuentra el vaso de expansión es de 3,120 metros. Ambos se encuentran en la misma planta

La presión estática es igual a:

$$P_{\text{estática}} = h \times 0,1 \frac{\text{bar}}{\text{m}} = 3,120 \times 0,1 = 0,312 \text{ bar}$$

La presión mínima en el punto más alto es igual a:

$$P_{mn} = 1,5 \text{ bar} + P_{\text{estática}} = 1,5 + 0,312 = 1,812 \text{ bar}$$

La válvula de seguridad se encuentra situada a la misma cota que el vaso de expansión y tarada a 6 bares. La presión máxima debe ser menor a la presión de tarado de la válvula de seguridad ( $P_{vs}$ ) en aproximadamente 0,3 bares, es decir:

$$P_{max} = 6 \text{ bar} - 0,3 = 5,7 \text{ bar}$$

<b>Total Volumen util del vaso de expansión (Vu)</b>	litros	<b>4,7</b>
<b>Presión absoluta inicial del vaso de expansión (Pi)</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>1,812</b>
<b>Presión absoluta final del vaso de expansión (Pf)</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>5,7</b>
<b>Volumen nominal del vaso de expansión (V<sub>n</sub>=V<sub>u</sub> * (P<sub>f</sub>+1)/(P<sub>f</sub>-P<sub>i</sub>))</b>	litros	<b>5</b>

Para eso la *CTE H4 3.3.3.1*, nos indica que hemos de cumplir la siguiente relación para el almacenamiento de solar:

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \text{ l/m}^2$$

Se ha escogido una relación de:

$$\frac{V}{A} = 80 \text{ l/m}^2$$

Donde:

Parámetros	
<b>V</b>	Acumulación de agua solar para ACS [litros]
<b>A</b>	Área de la suma de superficies de captadores, 167,25 m <sup>2</sup> en nuestro caso

*Ecuación 9-24 Relación Volumen de acumulación y Área de los captadores*

$$V_{min} = 8362,5 \text{ l} < V < 30105 \text{ l} = V_{max}$$

Como el Volumen mínimo es 8362,5 l y el tanque es de 14.000 litros, sobra en el tanque un volumen de:

$$\Delta V = 14000 - 8362,5 = 5637,5 \text{ l} > 5 \text{ l}$$

Como queda libre suficiente capacidad en el tanque para albergar el volumen del vaso de expansión, el tamaño del tanque será suficiente. Damos por bueno, que el volumen del tanque solar sea de 14000 litros de capacidad.

## 9.23 SISTEMA DE CONTROL Y MEDIDA

### 9.23.1 SISTEMA DE CONTROL

El equipamiento de control para la preparación de ACS será:

- Control de temperatura de acumulación.
- Control de la temperatura de agua de la red de tubería en el punto hidráulicamente más alejado del acumulador.
- Control para efectuar el tratamiento del choque térmico.
- Control de funcionamiento de tipo diferencial en la circulación forzada del primario de las instalaciones de energía solar térmica.
- Control de seguridad para los usuarios.

El sistema de control instalado es del tipo con depósito de acumulación solar, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control está ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado. Así se asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

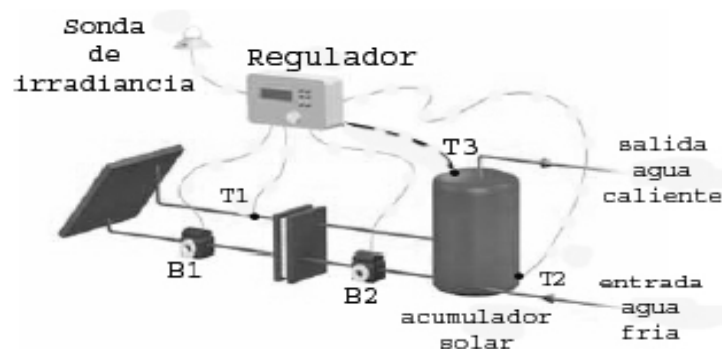


Figura 9-22 Sistema de control del circuito solar

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3 °C superior a la de congelación del fluido.

### **9.23.2 SISTEMA DE MEDIDA**

La instalación dispone de los suficientes aparatos de medida de presión y temperatura que permiten su correcto funcionamiento.

Por tratarse de una instalación superior a 20 m<sub>2</sub> se dispone de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- Temperatura de entrada agua fría de red 12,3 °C
- Temperatura de salida acumulador solar 60 °C

## 9.24 BOMBAS

Cada circuito de la instalación llevará su propia bomba. A la hora de seleccionar una bomba hay que tener en cuenta:

- Las pérdidas de carga del circuito más desfavorable.
- El caudal del fluido que circula por ellas.

La bomba escogida debe resistir las averías producidas por el efecto de las incrustaciones de caliza y debe ser compatible con el fluido que transporta.

El objetivo es reducir las pérdidas de presión en las conducciones para que la caída de presión más desfavorable sea lo menor posible. Esto implicará una selección de una bomba de menor potencia y menor coste.

Las bombas de circulación impulsarán el caudal que ha de circular por cada circuito. Su presión compensará todas las pérdidas de carga que se producen en él. También deben vencer las diferencias de alturas.

$$\Delta P_{bomba} = \rho \times g \times (\Delta H + \Delta P_{m\acute{a}xima+componentes})$$

Donde:

Parámetros	
$\rho$	Densidad del fluido
$g$	Gravedad
$\Delta H$	Diferencia de alturas
$\Delta P_{m\acute{a}xima+componentes}$	Pérdida de carga del tramo más desfavorable del circuito con componentes

*Ecuación 9-25 Cálculo Pérdida de Presión*

La potencia de la bomba dependerá del caudal del circuito, de la presión de la bomba y de su rendimiento, según:

$$W_{bomba} = \frac{Q \times \Delta P_{bomba}}{\eta}$$

Siendo:

Parámetros	
$W_{bomba}$	Potencia de la bomba
$Q$	Caudal de fluido
$\Delta P_{bomba}$	Pérdida de presión máxima
$\eta$	Rendimiento

*Ecuación 9-26 Cálculo Potencia de una bomba*

### 9.24.1 BOMBA DEL CIRCUITO SOLAR

Las bombas de circulación se han elegido a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación  $Q$  y la altura manométrica del punto de funcionamiento  $H$ , cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

El caudal que circula por el primario es de 8920 l/h.

La altura manométrica  $H$  de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.
- La pérdida de carga del aerotermo

$$H = 1,2 \times (\Delta P_{\text{colector}} + \Delta P_{\text{válvula y accesorios}} + \Delta P_{\text{circuito}} + \Delta P_{\text{intercambiador}})$$

Párametros	
<b><math>\Delta P</math> colector</b>	Pérdida de carga del colector solar (m.c.a)
<b><math>\Delta P</math> válvula</b>	Pérdida de carga de la válvula de seguridad (m.c.a)
<b><math>\Delta P</math> intercambiador</b>	Pérdida de carga del intercambiador (m.c.a)
<b><math>\Delta P</math> aerotermo</b>	Pérdida de carga del aerotermo (m.c.a)
<b><math>\Delta P</math> circuito</b>	Pérdida del circuito por el tramo más desfavorable (m.c.a)

*Ecuación 9-27 Cálculo de la altura manométrica de la Bomba del circuito solar*

La pérdida de carga del captador comercial utilizado es de 30 mmca.

Cada batería está formada por 5 captadores conectados en paralelo por lo que la pérdida de carga de un captador hay que sumarle la pérdida de carga correspondiente a la tubería de distribución del resto de captadores.

La pérdida de carga unitaria por ese tramo de tubería de 18 mm de diámetro y de caudal 558 l/h es de 50,04mmca/m.

Suponiendo que los conductos de distribución de esos 5 captadores suman 11,15 metros, la pérdida de carga correspondiente a esos conductos de distribución es:

$$\text{Pérdida de carga} = 50,04 \times 11,15 = 558 \text{ mmca}$$



A este valor hay que sumarle la pérdida de carga del primer colector de la batería con lo que la pérdida de carga en la batería de 5 colectores conectados en paralelos es de:

$$\Delta P_{\text{colector}} = 558 + 30 = 588 \text{ mmca.}$$

$$\Delta P_{\text{intercambiador}} = 3 \text{ mca}$$

$$\Delta P_{\text{circuito más desvaroble y accesorios}} = 2,49 \text{ mca}$$

$$H = 1,2 \times (\Delta P_{\text{colector}} + \Delta P_{\text{válvula y accesorios}} + \Delta P_{\text{circuito}} + \Delta P_{\text{intercambiador}}) \\ = 1,2 \times (2,49 + 3 + 0,588) = 7,29 \text{ mca}$$

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, están dimensionadas para vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Se han dispuesto 2 bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario, ya que se trata de instalaciones superiores a 50m<sup>2</sup>. Se proveerá el funcionamiento alternativo de las mismas de forma manual o automática

Las características técnicas de las bombas instaladas son:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Caudal}=8362,5\text{l/h} \\ H=7,29\text{mca} \end{array} \right\} \text{Punto de diseño}$$

Se ha escogido una bomba WILO. Modelo: DPE 50/140-3/2

### 9.24.2 BOMBA DEL CIRCUITO SECUNDARIO

Las bombas de circulación se han elegido a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación Q y la altura manométrica del punto de funcionamiento H, cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

El caudal que circula por el secundario es de 7860 l/h.

La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

$$\Delta P_{\text{acumulador}} = 0,3 \text{ mca.}$$

$$\Delta P_{\text{intercambiador}} = 1 \text{ mca}$$

$$\Delta P_{\text{circuito más desfavorable y accesorios}} = 386 \text{ mmca}$$

$$H = 1,2 \times (\Delta P_{\text{acumuladores}} + \Delta P_{\text{válvula y accesorios}} + \Delta P_{\text{circuito}} + \Delta P_{\text{intercambiador}}) \\ = 1,2 \times (0,386 + 1 + 0,3) = 2,02 \text{ mca}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Caudal} = 7860 \text{ l/h} \\ H = 2,02 \text{ mca} \end{array} \right\} \text{ Punto de diseño}$$

Se ha escogido una bomba WILO. Modelo: DPL 32/90-0,37/2

### 9.24.3 BOMBA DEL CIRCUITO DE ACS DE RETORNO

Para dimensionar la bomba es necesario conocer las pérdidas de carga del circuito más desfavorable (que es el retorno desde la planta baja habitación 20 hasta la azotea) y el caudal que circula.

El caudal es de 2106,05 l/h.

Las pérdidas de carga se calcula teniendo en cuenta el circuito más desfavorable junto con la altura a superar.

Por lo que los parámetros a considerar son:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = 2106,05 \text{ l/h} \\ H = 9,3 \text{ mca} \end{array} \right.$$

La bomba utilizada es: WILO Stratos GIGA 65/1-17/1,9

## 10. PLANOS

**ÍNDICE PLANOS**

<b>10. PLANOS.....</b>	<b>378</b>
<b>10.1 Planta Baja .....</b>	<b>380</b>
<b>10.2 Planta Primera .....</b>	<b>380</b>
<b>10.3 Distribución Fancoils Planta Primera.....</b>	<b>380</b>
<b>10.4 Conductos PB.....</b>	<b>380</b>
<b>10.5 Conductos PP .....</b>	<b>380</b>
<b>10.6 Conductos climatización azoteas.....</b>	<b>380</b>
<b>10.7 Habitación tipo.....</b>	<b>380</b>
<b>10.8 Distribución paneles solares .....</b>	<b>380</b>
<b>10.9 Circuito Hidráulico secundario.....</b>	<b>380</b>
<b>10.10 Distribución de ACS Planta Baja .....</b>	<b>380</b>
<b>10.11 Distribución de ACS Planta Primera .....</b>	<b>380</b>
<b>10.12 Esquema de principio calefacción .....</b>	<b>380</b>

**10.1 Planta Baja****10.2 Planta Primera****10.3 Distribución Fancoils Planta Primera****10.4 Conductos PB****10.5 Conductos PP****10.6 Conductos climatización azoteas****10.7 Habitación tipo****10.8 Distribución paneles solares****10.9 Circuito Hidráulico secundario****10.10      Distribución de ACS Planta Baja****10.11      Distribución de ACS Planta Primera****10.12      Esquema de principio Solar/ACS/Calefacción****10.13      Esquema de principio refrigeración**

# 11. CONCLUSIONES

Los sistemas de calefacción y climatización representan el principal apartado en cuanto al consumo energético de un hotel y junto con la evolución de los costes energéticos, ha hecho que en los hoteles se consideren los aspectos de diseño desde la óptica energética.

El aislamiento exterior del edificio es fundamental a la hora de obtener un buen comportamiento energético del edificio, por lo que es importante partir de un buen diseño que incluya el aislamiento tanto de las paredes, las ventanas, el suelo y el tejado, de forma que se minimicen las pérdidas a través de los cerramientos del hotel.

Los sistemas de freecooling permiten aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior para refrigerar el edificio cuando las condiciones así lo permitan.

También, los recuperadores de calor del aire de ventilación permiten un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio, y el aire exterior que se introduce para la renovación del aire interior.

Hay que tener en cuenta que las necesidades de agua caliente sanitaria (ACS) representan una parte importante del consumo energético del hotel. Estas necesidades varían sensiblemente dependiendo de la categoría del hotel, alcanzando valores que oscilan entre un 15 y un 25% del consumo total de energía del hotel. La implantación de paneles solares en la azotea permite la reducción de potencia de caldera a instalar.

Con el fin de seguir una reducción de potencia tanto calorífica como reductora se instala una bomba geotérmica de calor que son más eficientes que las calderas y reducen la emisión de CO<sub>2</sub>.

Como conclusión, los complejos hoteleros necesitan una gran potencia para satisfacer las necesidades de sus clientes, por lo que reducir ese consumo de potencia y emisión de potencia mediante el uso de sistemas más eficientes y energías renovables. Es verdad que la inversión inicial es mayor pero a la larga se reduce el gasto.

Los costes de mantenimiento y funcionamiento no se pueden despreciar, juegan un importante rol, y si no se tienen en cuenta se producirá un despilfarro energético y económico que a la larga se hará inviable.

## 12. ANEXOS



**ÍNDICE ANEXOS**

<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>383</b>
<b>12.1 CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>386</b>
12.1.1 RESTAURANTE .....	386
12.1.2 OFICINAS .....	389
12.1.3 COCINA .....	392
12.1.4 GIMNASIO.....	395
12.1.5 VESTUARIO MASCULINO DEL GIMNASIO .....	398
12.1.6 VESTUARIO FEMENINO DEL GIMNASIO .....	401
12.1.7 SERVICIOS RESTAURANTE .....	404
<b>12.2 CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN .....</b>	<b>406</b>
12.2.1 RESTAURANTE .....	406
12.2.2 OFICINA .....	408
12.2.3 COCINA .....	410
12.2.4 GIMNASIO.....	412
12.2.5 VESTUARIO MASCULINO .....	414
12.2.6 VESTUARIO FEMENINO .....	416
12.2.7 SERVICIOS RESTAURANTE .....	418
<b>12.3 FANCOILS .....</b>	<b>419</b>
<b>12.4 CLIMATIZADORES.....</b>	<b>420</b>
<b>12.5 BOMBAS CLIMATIZACIÓN.....</b>	<b>421</b>
12.5.1 CIRCUITO DE FANCOILS .....	421
12.5.2 CIRCUITO DE ENFRIADORAS.....	422
12.5.3 CIRCUITO DE CALDERAS .....	423
12.5.4 CIRCUITO CLIMATIZADOR .....	424
12.5.5 CIRCUITO CLIMATIZADOR COCINA.....	426
12.5.6 CIRCUITO CLIMATIZADOR GIMNASIO .....	428
<b>12.6 ENFRIADORAS .....</b>	<b>430</b>
<b>12.7 CALDERAS.....</b>	<b>431</b>
<b>12.8 VASOS DE EXPANSIÓN .....</b>	<b>432</b>
<b>12.9 DEPÓSITO DE INERCIA.....</b>	<b>433</b>
<b>12.10 CONDUCTOS DE AIRE .....</b>	<b>434</b>
<b>12.11 REJILLAS DE IMPULSIÓN.....</b>	<b>445</b>

<b>12.12 DIFUSORES DE IMPULSIÓN .....</b>	<b>446</b>
<b>12.13 REJILLAS DE EXTRACCIÓN.....</b>	<b>447</b>
<b>12.14 VENTILADORES.....</b>	<b>448</b>
12.14.1 VENTILADOR IMPULSIÓN LOCALES .....	448
12.14.2 VENTILADOR RETORNO LOCALES.....	449
12.14.3 VENTILADOR IMPULSIÓN HABITACIONES.....	450
12.14.4 VENTILADOR IMPULSIÓN CLIMATIZADORES.....	451
12.14.5 VENTILADOR RETORNO CLIMATIZADORES .....	454
<b>12.15 EXTRACTORES .....</b>	<b>456</b>
12.15.1 BAÑOS DE LAS HABITACIONES .....	456
12.15.2 ASEOS GIMNASIO Y COCINA-ASEOS RESTAURANTE-LAVANDERÍA.....	456
12.15.3 EXTRACCIÓN CUARTO DE BASURAS.....	457
<b>12.16 COLECTORES SOLARES.....</b>	<b>458</b>
<b>12.17 ACUMULADOR VERTICAL.....</b>	<b>459</b>
<b>12.18 INTERCAMBIADOR DE PLACAS .....</b>	<b>460</b>
<b>12.19 ACS DEPÓSITO .....</b>	<b>461</b>
<b>12.20 VASOS DE EXPANSIÓN CIRCUITO SOLAR.....</b>	<b>462</b>
12.20.1 VASO EXPANSIÓN CIRCUITO PRIMARIO.....	462
12.20.2 VASO EXPANSIÓN CIRCUITO SECUNDARIO .....	462
<b>12.21 BOMBAS CIRCUITO SOLAR .....</b>	<b>463</b>
12.21.1 BOMBA PRIMARIO .....	463
12.21.2 BOMBA SECUNDARIO.....	464
12.21.3 BOMBA RETORNO ACS.....	465
<b>12.22 BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICA .....</b>	<b>466</b>

## 12.1 CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

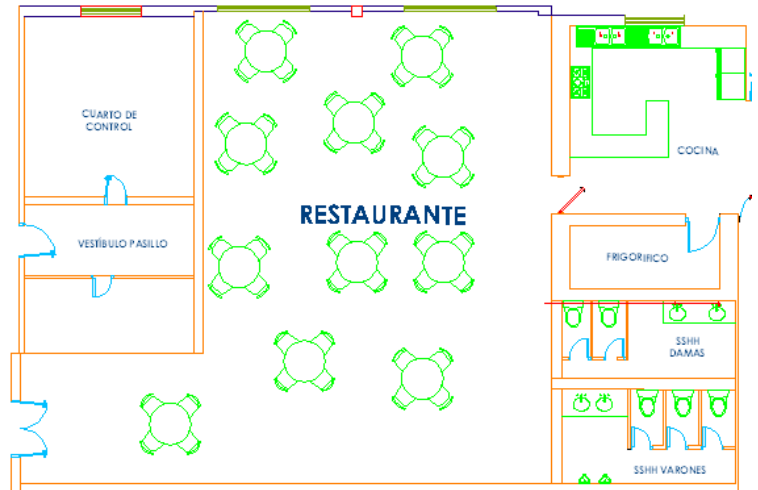
### 12.1.1 RESTAURANTE

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C

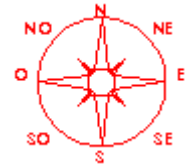


#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

- Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,9\text{m}^2 \times (28,6 - 24) = 18,65 \text{ kcal/h}$$



- Ventana N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 11,5\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 235,77 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 130,5\text{m}^2 \times (36,4 - 24) = 388,36 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 63,13\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 135,22 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTAS} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 778,01 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

**- Sensible**  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_{eq} - T_i)$

$$Q_{sensible} = 1,63 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 17176,74 kcal/h$$

**- Latente**  $Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$

$$Q_{latente} = 1,63 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 7031,43 \frac{kcal}{h}$$

**- Total**  $Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 24208,18 kcal/h$

## 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible**  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_{eq} - T_i)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 11,5 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 70,38 W$$

$$= 60,52 kcal/h$$

**- Latente**  $Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 20,5 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 28,81 W =$$

$$24,77 kcal/h$$

**- Total**  $Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 85,30 kcal/h$

## 4. IRRADIACIÓN

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación norte} = 172 \frac{kcal}{h m^2} \times 11,5 m^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 288,39 kcal/h$$

## 5. OCUPACIÓN

### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 100 \times 53,89 \times 0,75 = 4041,8 \text{ kcal/h}$$

### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 100 \times 29,97 \times 0,75 = 2247,8 \text{ kcal/h}$$

## 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 130,5 \text{ m}^2 \times 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 2104,31 \text{ kcal/h}$$

## 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 0,03 \times Q_{sensible} = 733,5 \text{ kcal/h}$$

## 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 34487,2 = 3448,7 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 37935,9 \text{ kcal/h}$$

## 12.1.2 OFICINAS

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

- Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 17,6\text{m}^2 \times (28,6 - 24) = 20,64 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas N

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 2,37 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 2,9\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 70,10 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 59\text{m}^2 \times (36,4 - 24) = 175,58 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 20,3\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 43,48 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,5\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 10,78 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 320,60 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

**- Sensible**  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_{eq} - T_i)$

$$Q_{sensible} = 0,05 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 526,32 \text{ kcal/h}$$

**- Latente**  $Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$

$$Q_{latente} = 0,05 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 215,45 \frac{kcal}{h}$$

**- Total**  $Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 741,77 \text{ kcal/h}$

## 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible**  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_e - T_i)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 2,9 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 17,74 \text{ W}$$

$$= 15,26 \text{ kcal/h}$$

**- Latente**  $Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 2,9 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,5 - 9,3) = 7,26 \text{ W} = 6,24 \text{ kcal/h}$$

**- Total**  $Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 21,51 \text{ kcal/h}$

## 4. IRRADIACION

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación norte} = 172 \frac{kcal}{m^2 h} \times 2,9 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 72,72 \text{ kcal/h}$$

## 5. OCUPACIÓN

### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 4 \times 56,67 \times 1 = 226,68 \text{ kcal/h}$$

### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 4 \times 51,95 \times 1 = 207,4 \text{ kcal/h}$$

## 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 59\text{m}^2 \times 14 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 887,95 \text{ kcal/h}$$

## 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 59\text{m}^2 = 944 \text{ W} = 811,84 \text{ kcal/h}$$

## 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 3291 \text{ kcal/h} = 329,1 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 3619,97 \text{ kcal/h}$$



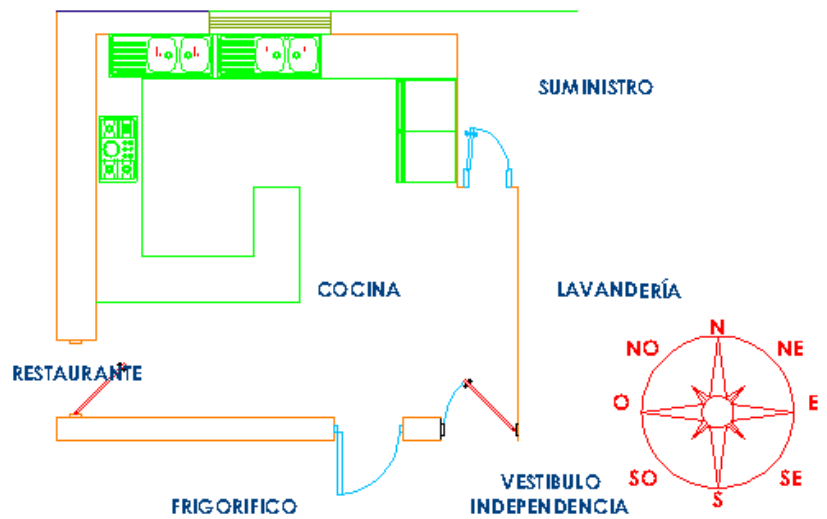
### 12.1.3 COCINA

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i)$$

##### - Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,255 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 13m^2 \times (28,6 - 24) = 15,25 kcal/h$$

##### - Ventanas N

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 2,37 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 2,2m^2 \times (34,2 - 24) = 53,18 kcal/h$$

##### - Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_s) = 0,24 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 28,6m^2 \times (36,4 - 24) = 85,11 kcal/h$$

##### - Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 0,422 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 15,43m^2 \times (29,1 - 24) = 33,05 kcal/h$$

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 1,48m^2 \times (29,1 - 24) = 12,98 kcal/h$$

$$Q = U \times A \times (T_{eq} - T_i) = 1,72 \frac{kcal/h}{m^2 \cdot ^\circ C} \times 1,48m^2 \times (34,2 - 24) = 25,96 kcal/h$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTA} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 217,46 kcal/h$$

#### 2. VENTILACIÓN

**- Sensible** 
$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_{eq} - T_i)$$

$$Q_{sensible} = 0,333 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 4075,9 \text{ kcal/h}$$

**- Latente** 
$$Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$$

$$Q_{latente} = 0,333 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,5 - 9,3) = 1986 \frac{kcal}{h}$$

**- Total** 
$$Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 6061,9 \text{ kcal/h}$$

### 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible** 
$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_{eq} - T_i)$$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 2,2 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 13,46 \text{ W}$$

$$= 11,58 \text{ kcal/h}$$

Puerta:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{2,5}{3600} \frac{l}{s} \times 1,48 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 12,58 \text{ W}$$

$$= 10,81 \text{ kcal/h}$$

**- Latente** 
$$Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 2,2 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 5,51 \text{ W} =$$

$$4,74 \text{ kcal/h}$$

Puerta:

$$Q_{inf.latente} = \frac{2,5}{3600} \frac{l}{s} \times 2,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 5,15 \text{ W} =$$

$$4,42 \text{ kcal/h}$$

**- Total** 
$$Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 31,56 \text{ kcal/h}$$

#### 4. IRRADIACIÓN

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación\ norte} = 172 \frac{\frac{kcal}{h}}{m^2} \times 2,2m^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 55,17\ kcal/h$$

#### 5. OCUPACIÓN

##### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 7 \times 60,1 \times 1 = 420,7\ kcal/h$$

##### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 7 \times 61,94 \times 1 = 433,58\ kcal/h$$

#### 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 28,6m^2 \times 18 \frac{W}{m^2} \times 0,86 \times 1,25 = 553,41\ kcal/h$$

#### 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 16 \frac{W}{m^2} \times 28,6\ m^2 = 457,6\ W = 393,56\ kcal/h$$

Según el fabricante Intarcon, se estima una carga aproximada de 3000 W para cámara frigoríficas con aislamiento, con un volumen de unos 40 m<sup>3</sup> de volumen y operando a -20°C de temperatura.

$$Q_{camara\ frigorifica} = 3000\ W = 2500\ kcal/h$$

#### 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{SEGURIDAD} = 0,1 \times 10667,3 = 1066,7\ kcal/h$$

#### CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 11734,1\ kcal/h$$

### 12.1.4 GIMNASIO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 19°C
- Humedad relativa interior: 60%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i)$$

##### - Fachada S

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 20,1\text{m}^2 \times (30,6 - 19) = 59,5 \text{ kcal/h}$$

##### - Ventanas S

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 7,7\text{m}^2 \times (34,2 - 19) = 235,25 \text{ kcal/h}$$

##### - Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 54,2\text{m}^2 \times (36,4 - 19) = 266,33 \text{ kcal/h}$$

##### -Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,42 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 41,24\text{m}^2 \times (24 - 19) = 86,7 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTA} + Q_{CERRAMIENTO INTERIOR} = 647,8 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

**- Sensible** 
$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{sensible} = 0,247 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 19) = 3877,15 \text{ kcal/h}$$

**- Latente** 
$$Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$$

$$Q_{latente} = 0,247 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 8,20) = 1973,46 \frac{kcal}{h}$$

**- Total** 
$$Q_{ventilación\ total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 5850,61 \text{ kcal/h}$$

## 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible** 
$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 7,7 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 19) = 70,22 \text{ W}$$

$$= 60,39 \text{ kcal/h}$$

**- Latente** 
$$Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 7,7 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 8,20) =$$

$$30,73 \text{ W} = 26,43 \text{ kcal/h}$$

**- Total** 
$$Q_{infiltración\ total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 88 \text{ kcal/h}$$

## 4. IRRADIACIÓN

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación\ sur} = 387 \frac{kcal}{h \cdot m^2} \times 7,7 \text{ m}^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 434,47 \text{ kcal/h}$$

## 5. OCUPACIÓN

### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 11 \times 118,68 \times 0,75 = 979,11 \text{ kcal/h}$$

### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 11 \times 232,77 \times 0,75 = 1920,35 \text{ kcal/h}$$

## 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 54,5 \text{ m}^2 \times 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 1464,68 \text{ kcal/h}$$

## 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 54,5 \text{ m}^2 \times 16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 872 \text{ W} = 749,92 \text{ kcal/h}$$

## 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 13383,6 = 1338,36 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 13383,6 \text{ kcal/h}$$

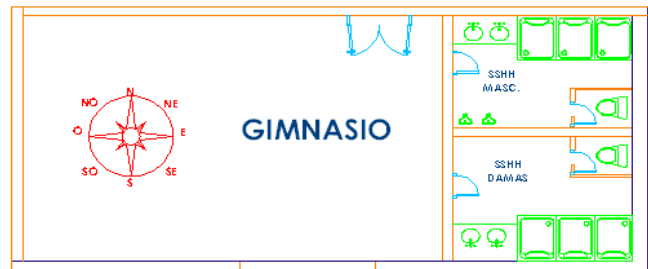
## 12.1.5 VESTUARIO MASCULINO DEL GIMNASIO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i)$$

- Fachada E

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,6\text{m}^2 \times (30,6 - 24) = 11,1 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas E

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,1\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 22,55 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 12,3\text{m}^2 \times (36,4 - 24) = 36,60 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTA} = 70,3 \text{ kcal/h}$$

### 2. VENTILACIÓN

- Sensible

$$Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{sensible} = 0,075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (34,2 - 24) = 789,48 \text{ kcal/h}$$

- Latente

$$Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$$

$$Q_{latente} = 0,075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 323,18 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Total

$$Q_{\text{ventilación total}} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 1112,69 \text{ kcal/h}$$

### 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible** 
$$Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_e - T_i)$$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 1,1 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 6,73 W$$

$$= 5,78 kcal/h$$

**- Latente** 
$$Q_{inf.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 1,1 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 2,75 W =$$

$$2,37 kcal/h$$

**- Total** 
$$Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 8,16 kcal/h$$

### 4. IRRADIACIÓN

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación este} = 559 \frac{kcal}{h m^2} \times 1,1 m^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 89,65 kcal/h$$

### 5. OCUPACIÓN

**- Sensible**

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 10 \times 29,26 \times 0,75 = 219,45 kcal/h$$

**- Latente**

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 10 \times 29,97 \times 0,75 = 224,77 kcal/h$$

### 6. ILUMINACION

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 12,3 m^2 \times 10 \frac{W}{m^2} \times 0,86 \times 1,25 = 132,22 kcal/h$$



**7. EQUIPOS**

$$Q_{EQUIPOS} = 0,03 \times Q_{SENSIBLE} = 39,3 \text{ kcal/h}$$

**8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%**

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 1896,4 = 189,6 \text{ kcal/h}$$

**CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN:**

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 2086 \text{ kcal/h}$$

## 12.1.6 VESTUARIO FEMENINO DEL GIMNASIO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i)$$

- Fachada E

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 8,9\text{m}^2 \times (30,6 - 24) = 15 \text{ kcal/h}$$

- Fachada S

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 12,9\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 33,55 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 3,2\text{m}^2 \times (34,2 - 24) = 65,60 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,3\text{m}^2 \times (36,4 - 24) = 45,53 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{CUBIERTA} = 159,7 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

**- Sensible**  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$

$$Q_{sensible} = 0,075 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 789,48 kcal/h$$

**- Latente**  $Q_{v.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$

$$Q_{latente} = 0,075 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 323,18 \frac{kcal}{h}$$

**- Total**  $Q_{ventilación total} = Q_{v.sensible} + Q_{v.latente} = 1112,69 kcal/h$

## 3. INFILTRACIÓN

**- Sensible**  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 3,2 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (34,2 - 24) = 19,58 W$$

$$= 16,84 kcal/h$$

**- Latente**  $Q_{if.latente} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_i - w_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.latente} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 1,1 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{J}{kg K} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 8,01 W$$

$$= 6,89 kcal/h$$

**- Total**  $Q_{infiltración total} = Q_{inf.sensible} + Q_{inf.latente} = 23,73 kcal/h$

#### 4. IRRADIACIÓN

$$Q_{irradiación} = \sum I_{or} \times A_{v.or} \times f_v \times f_p \times f_c \times f_s$$

$$Q_{irradiación\ este} = 559 \frac{\frac{kcal}{h}}{m^2} \times 1,6m^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 130,40\ kcal/h$$

$$Q_{irradiación\ sur} = 387 \frac{\frac{kcal}{h}}{m^2} \times 1,6m^2 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,6 \times 0,3 = 90,27\ kcal/h$$

#### 5. OCUPACIÓN

##### - Sensible

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 10 \times 29,26 \times 0,75 = 219,45\ kcal/h$$

##### - Latente

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 10 \times 29,97 \times 0,75 = 224,77\ kcal/h$$

#### 6. ILUMINACIÓN

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 15,3\ m^2 \times 10 \frac{W}{m^2} \times 0,86 \times 1,25 = 164,47\ kcal/h$$

#### 7. EQUIPOS

$$Q_{EQUIPOS} = 0,03 \times Q_{SENSIBLE} = 47,1\ kcal/h$$

#### 8. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 2172,6 = 217,3\ kcal/h$$

#### CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 2389,8\ kcal/h$$

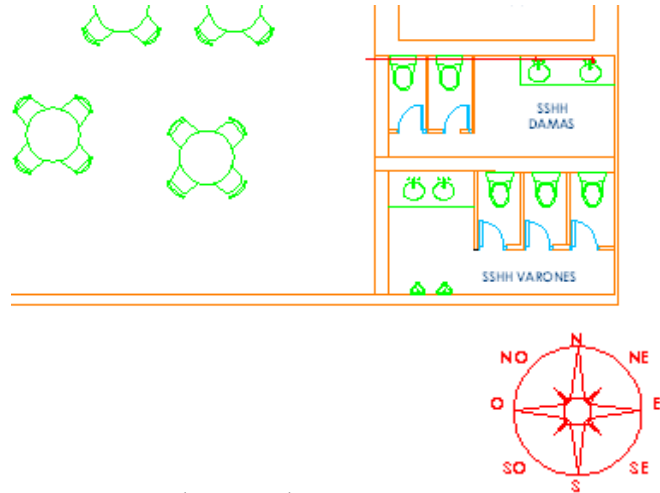
## 12.1.7 SERVICIOS RESTAURANTE

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 24°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 34,2 °C
- Temperatura húmeda: 21,7°C



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i)$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 24,01\text{m}^2 \times (36,4 - 24) = 71,45 \text{ kcal/h}$$

- Cerramiento interior

$$Q = U \times A \times (T_e - T_i) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 14,5\text{m}^2 \times (29,1 - 24) = 31,06 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{\text{cerramientos}} + Q_{\text{CUBIERTA}} = 102,51 \text{ kcal/h}$$

### 2. VENTILACIÓN

- **Sensible**

$$Q_{v.\text{sensible}} = V \times \rho \times C_{pa} \times (T_e - T_i)$$

$$Q_{\text{sensible}} = 0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (34,2 - 24) = 1578,96 \text{ kcal/h}$$

- **Latente**

$$Q_{v.\text{latente}} = V \times \rho \times h_{fg} \times (w_e - w_i)$$

$$Q_{\text{latente}} = 0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2257 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times 10^{-3} (11,15 - 9,3) = 646,36 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- **Total**

$$Q_{\text{ventilación total}} = Q_{v.\text{sensible}} + Q_{v.\text{latente}} = 2225,31 \text{ kcal/h}$$

### 3. OCUPACIÓN

**- Sensible**

$$Q_{ocup.sensible} = N_{personas} \times q_{sen} \times f_{ocupacion} = 8 \times 29,26 \times 0,75 = 175,56 \text{ kcal/h}$$

**- Latente**

$$Q_{ocup.latente} = N_{personas} \times q_{lat} \times f_{ocupacion} = 8 \times 29,97 \times 0,75 = 179,82 \text{ kcal/h}$$

**4. ILUMINACIÓN**

$$Q_{ILUMINACION} = A \times I_l = 24,01 \text{ m}^2 \times 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0,86 \times 1,25 = 258,10 \text{ kcal/h}$$

**5. EQUIPOS**

$$Q_{EQUIPOS} = 0,03 \times Q_{SENSIBLE} = 63,5 \text{ kcal/h}$$

**6. COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10%**

$$Q_{seguridad} = 0,1 \times 3000,4 = 300,4 \text{ kcal/h}$$

**CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN**

$$Q_{REFRIGERACIÓN} = 3305,28 \text{ kcal/h}$$

## 12.2 CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

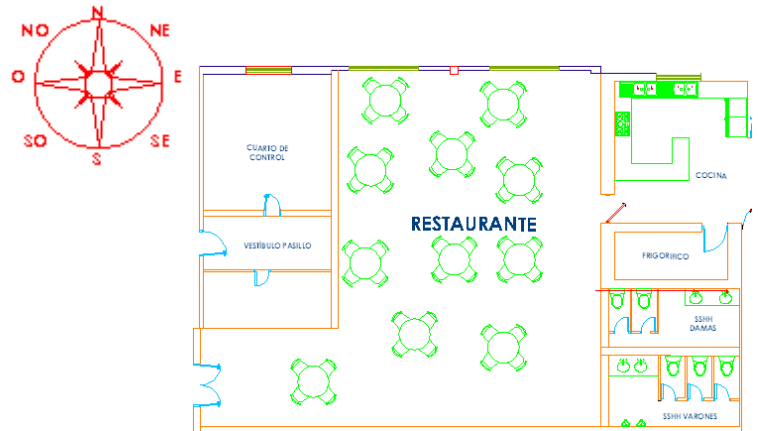
### 12.2.1 RESTAURANTE

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9°C
- Humedad relativa exterior: 90%



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,9\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 73,38 \text{ kcal/h}$$

- Ventana N (20%)

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 11,5\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 418,38 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 130,5\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 756,40 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 130,5\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 566,89 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores:

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 41,63\text{m}^2 \times (21 - 14,3) = 117,70 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 63,13\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 241,09 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{CUBIERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 2237,82 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

- Sensible  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 1,63 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 30480,3 kcal/h$$

## 3. INFILTRACIÓN

- Sensible  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 11,5 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 124,89 W$$

$$= 107,40 kcal/h$$

## 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 111,89 kcal/h$$

- Orientación de calefacción de uso 20% N

$$Q_{orientación NORTE} = 0,20 \times Q_t = 447,56 kcal/h$$

## CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 33384,98 kcal/h$$



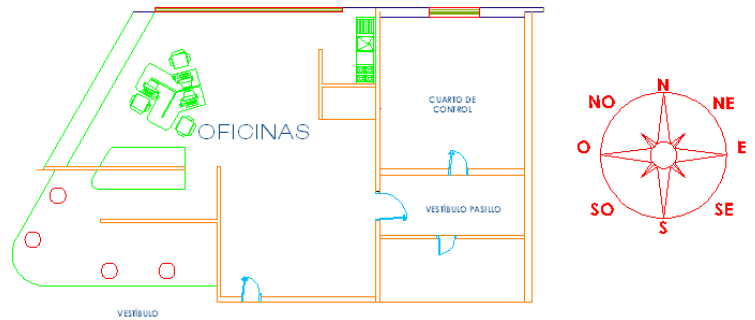
## 12.2.2 OFICINA

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9%
- Humedad relativa exterior: 90%



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 17,6\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 81,23 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas N

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,37 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 2,9\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 124,40 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 59\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 342,04 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 59\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 256,29 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 20,3\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 77,52 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,5\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 19,14 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 900,64 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

- Sensible  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 0,05 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 933,96 kcal/h$$

## 3. INFILTRACIÓN

- Sensible  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{l}{s} \times 2,9 m^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 31,50W$$

$$= 27,08 kcal/h$$

## 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 45,03 kcal/h$$

- Orientación 20%

$$Q_{orientación NORTE} = 0,20 \times Q_t = 180,12 kcal/h$$

## CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 2086,85 kcal/h$$

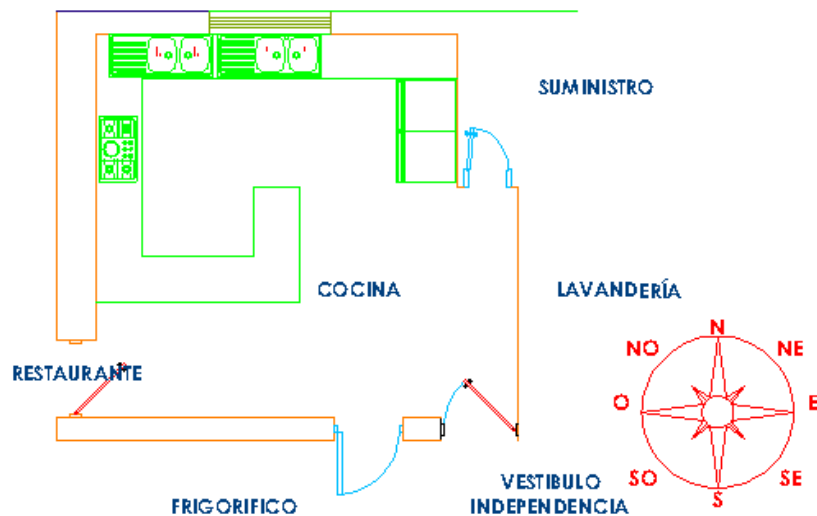
### 12.2.3 COCINA

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9°C
- Humedad relativa exterior: 90%



#### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada N

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 13\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 60 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas N

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,37 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 2,2\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 80,03 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 28,6\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 165,89 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 28,6\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 124,43 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,43\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 58,92 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,48\text{m}^2 \times (21 - 11,95) = 23,03 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,8\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 56,03 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 568,08 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

- Sensible  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 0,333 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 7239,28 \text{ kcal/h}$$

## 3. INFILTRACIÓN

- Sensible  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 2,2 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 23,89 \text{ W}$$

$$= 20,54 \text{ kcal/h}$$

## 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 28,40 \text{ kcal/h}$$

- Orientación 20%

$$Q_{orientacion \text{ NORTE}} = 0,20 \times Q_t = 113,61 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 7970,11 \text{ kcal/h}$$

## 12.2.4 GIMNASIO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 19°C
- Humedad relativa interior: 60%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9%
- Humedad relativa exterior: 90%



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada S

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 20,1\text{m}^2 \times (19 - 2,9) = 82,52 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas S

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 7,7\text{m}^2 \times (19 - 2,9) = 249,17 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 54,2\text{m}^2 \times (19 - 6,86) = 269,77 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 54,2\text{m}^2 \times (19 - 2,9) = 209,42 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 29,07\text{m}^2 \times (19 - 14,3) = 57,65 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 3\text{m}^2 \times (19 - 14,3) = 24,25 \text{ kcal/h}$$

### TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 892,81 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

- Sensible  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 0,247 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (19 - 2,9) = 4106,72 \text{ kcal/h}$$

## 3. INFILTRACIÓN

- Sensible  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 7,7 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (19 - 2,9) = 74,38 \text{ W}$$

$$= 63,96 \text{ cal/h}$$

## 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 44,64 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 5108,05 \text{ kcal/h}$$

## 12.2.5 VESTUARIO MASCULINO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9%
- Humedad relativa exterior: 90%



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada E

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,6\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 30,46 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas E

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,1\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 40,02 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 12,3\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 71,30 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 12,3\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 53,43 \text{ kcal/h}$$

- Cerramientos interiores

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 13,51\text{m}^2 \times (21 - 14,3) = 38,19 \text{ kcal/h}$$

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 6,53\text{m}^2 \times (21 - 14,3) = 18,46 \text{ kcal/h}$$

- Puerta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,5\text{m}^2 \times (21 - 19) = 5,16 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{CUBIERTA} + Q_{CERRAMIENTOS INTERIORES} = 257,04 \text{ kcal/h}$$

## 2. VENTILACIÓN

- Sensible  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 0,075 \frac{m^3}{s} \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 1400,94 \text{ kcal/h}$$

## 3. INFILTRACIÓN

- Sensible  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times Cpa \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 1,1 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 2,9) = 11,94 \text{ W}$$

$$= 10,27 \text{ kcal/h}$$

Puerta

$$Q_{inf.sensible} = \frac{2,5 \text{ l}}{3600 \text{ s}} \times 1,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{kg}{m^3} \times 1000 \frac{J}{kg K} \times (21 - 19) = 2,5 \text{ W} = 2,15 \text{ kcal/h}$$

## 4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 12,85 \text{ kcal/h}$$

- Orientación este 10%

$$Q_{intermitencia} = 0,1 \times Q_t = 25,70 \text{ kcal/h}$$

## CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 1708,96 \text{ kcal/h}$$



## 12.2.6 VESTUARIO FEMENINO

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9%
- Humedad relativa exterior: 90%



### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Fachada E

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 8,9\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 41,07 \text{ kcal/h}$$

- Fachada S

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,255 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 12,9\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 59,54 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas E

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,6\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 58,20 \text{ kcal/h}$$

- Ventanas S

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 2,01 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,5\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 54,57 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,3\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 88,70 \text{ kcal/h}$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 15,3\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 66,46 \text{ kcal/h}$$

- Puerta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 1,72 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 1,5\text{m}^2 \times (21 - 19) = 5,16 \text{ kcal/h}$$

**- Cerramientos**

$$Q = U \times A \times (T_i - T_{eq}) = 0,422 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 7,57\text{m}^2 \times (21 - 19) = 6,18 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{FACHADAS} + Q_{VENTANAS} + Q_{SUELO} + Q_{PUERTA} = 400,75 \text{ kcal/h}$$

**2. VENTILACIÓN**

**- Sensible**  $Q_{v.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_e)$

$$Q_{sensible} = 0,075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 1400,94 \text{ kcal/h}$$

**3. INFILTRACIÓN**

**- Sensible**  $Q_{inf.sensible} = V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_e)$

Ventana:

$$Q_{inf.sensible} = \frac{1,8}{3600} \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 3,1 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 33,66\text{W}$$

$$= 28,95 \text{ kcal/h}$$

Puerta

$$Q_{inf.sensible} = \frac{2,5}{3600} \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1,5 \text{ m}^2 \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 19) = 2,5\text{W} = 2,15 \text{ kcal/h}$$

**4. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO****- Intermitencia de calefacción de uso 5%**

$$Q_{intermitencia} = 0,05 \times Q_t = 20,03 \text{ kcal/h}$$

**- Orientación sureste 5%**

$$Q_{orientación \text{ SURESTE}} = 0,05 \times Q_t = 20,03 \text{ kcal/h}$$

**CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:**

$$Q_{CALEFACCIÓN} = 1872,87 \text{ kcal/h}$$

## 12.2.7 SERVICIOS RESTAURANTE

Condiciones internas:

- Temperatura interna: 21°C
- Humedad relativa interior: 50%

Condiciones externas:

- Temperatura externa: 2,9°C
- Humedad relativa exterior: 90%

### 1. TRANSMISIÓN

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e)$$

- Cubierta

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 24,01\text{m}^2 \times (21 - 2,9) = 104,29 \text{ kcal/h}$$

- Cerramiento interior

$$Q = U \times A \times (T_i - T_e) = 0,24 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 28,68\text{m}^2 \times (21 - 14,3) = 81,08 \text{ kcal/h}$$

- Suelo

$$Q = U \times A \times (T_i - T_s) = 0,41 \frac{\text{kcal/h}}{\text{m}^2\text{°C}} \times 24,01\text{m}^2 \times (21 - 6,86) = 139,19 \text{ kcal/h}$$

TOTAL TRANSMISIÓN:

$$Q_T = Q_{\text{cerramientos}} + Q_{\text{CUBIERTA}} = 345,22 \text{ kcal/h}$$

### 2. VENTILACIÓN

- **Sensible**  $Q_{v.\text{sensible}} = V \times \rho \times C_p \times (T_i - T_e)$

$$Q_{\text{sensible}} = 0,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \times (21 - 2,9) = 2801,88 \text{ kcal/h}$$

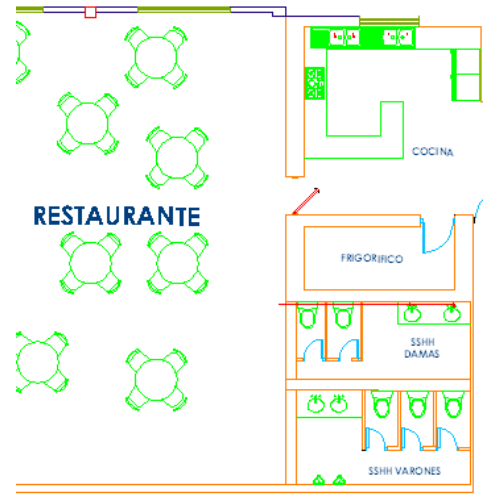
### 3. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTO

- Intermitencia de calefacción de uso 5%

$$Q_{\text{intermitencia}} = 0,05 \times Q_t = 17,26 \text{ kcal/h}$$

**CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN:**

$$Q_{\text{CALEFACCIÓN}} = 3164,37 \text{ kcal/h}$$



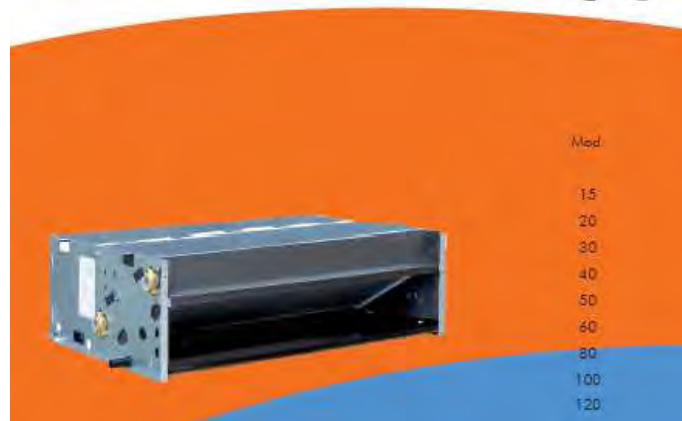
## 12.3 FANCOILS

**ferroli**

**VNO**

FAN COIL

**CE**



### DATOS TÉCNICOS

Tab. 2

MODELO		Uda.	15	20	30	40	50	60	80	100	120
Potencia frigorífica <sup>(1)</sup>	Vel. máx.	W	1100	1400	2100	2800	3400	4000	4900	6100	6850
	Vel. med.	W	980	1200	1850	2450	3010	3550	4350	5500	6100
	Vel. min.	W	770	950	1420	1900	2390	2800	3600	4400	5000
Caudal de agua		l/h	189	241	361	482	585	688	843	1049	1178
Deshumidificación máx. velocidad		g/h	230	275	500	650	750	870	930	1160	1350
Pérdida de carga lado agua		kPa	2.4	3.9	10.6	18.8	14.0	18.0	14.9	9.9	12.5
Potencia calorífica <sup>(2)</sup>	Vel. máx.	W	2800	3650	5500	6500	7800	9400	12500	14900	15800
	Vel. med.	W	2400	3150	4550	5450	6600	7900	10800	12500	13270
	Vel. min.	W	1800	2250	3500	4000	4930	5800	8300	9800	10000
Caudal agua		l/h	241	314	473	559	671	808	1075	1281	1359
Pérdida de carga lado agua		kPa	2.9	4.9	13.2	18.5	14.0	18.1	17.7	10.8	12.1
Potencia calorífica <sup>(3)</sup>		W	1700	2050	3200	3520	4590	5100	7200	8700	9300
Pérdida de carga lado agua		kPa	2.0	3.2	7.6	15.2	13.0	14.6	12.1	8.0	10.1
Potencia térmica batería un rango <sup>(4)</sup>	Vel. máx.	W	1250	1650	2550	3150	3890	4100	5050	6200	6950
	Vel. med.	W	1070	1420	2210	2640	3150	3440	4380	5200	6190
	Vel. min.	W	860	1130	1750	2150	2320	2820	3480	4250	4800
Caudal de agua		l/h	108	142	219	271	317	353	434	533	598
Pérdida de carga lado agua		kPa	1.7	3	8.6	13.2	3.0	4.1	6.2	12.8	16.1
Potencia calorífica resistencia eléctrica		W	800	800	1500	1500	2200	2200	2200	2800	2800
Caudal aire	Vel. máx.	m³/h	240	280	400	515	630	780	1050	1180	1350
	Vel. med.	m³/h	180	220	300	400	500	610	820	950	1050
	Vel. min.	m³/h	110	140	240	290	350	430	580	700	730
Nº ventiladores		Ud	1	1	1	2	2	2	2	3	3
Presión sonora <sup>(5)</sup>	Vel. máx.	dB(A)	34	37	39	45	41	46	52	53	55
	Vel. med.	dB(A)	28	32	32	35	35	40	47	48	50
	Vel. min.	dB(A)	22	25	28	30	28	30	39	41	42
Potencia máxima motor		W	16	20	29	57	41	61	113	125	155
Conexión batería principal		"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Conexión bat. suplementaria un rango		"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Contenido agua batería un rango		l	0.82	0.82	1.26	1.26	1.88	1.88	1.88	2.42	2.42
Contenido agua batería tres rangos		l	0.22	0.22	0.36	0.36	0.50	0.50	0.50	0.64	0.64
Conexión salida de condensados		mm	16	16	16	16	16	16	16	16	16

## 12.4 CLIMATIZADORES



**SALVADOR ESCODA S.A.**  
www.salvadorescoda.com

Provença, 992 pl. 1 y 2  
08025 BARCELONA  
Tel. 93 448 27 83  
Fax 93 458 90 32

**Catálogo General**  
Unidades de Tratamiento de Aire

### 4.2.2. Tablas de selección

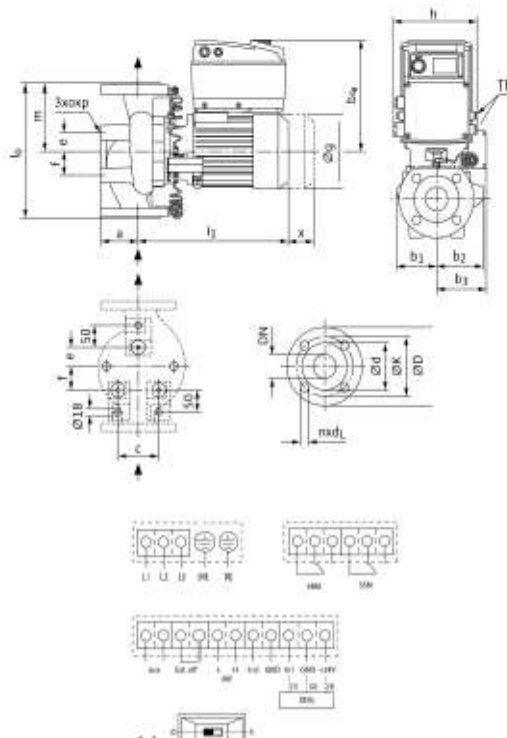
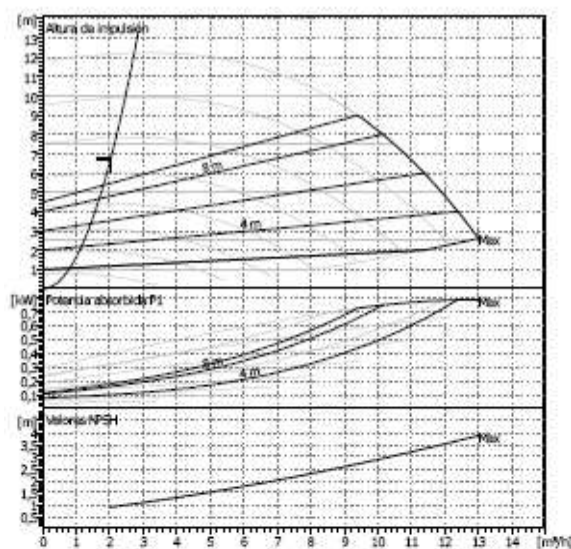
#### 4.2.2.1. Tabla de selección de BATERÍAS y OPCIONALES

Tipo		Q22	Q28	Q34	Q40	Q46	Q52	Q58	Q64	Q70	Q76	Q82	Q88	Q94	Q100	
Caudal	m³/h	2200	2800	3400	4000	4600	5200	5800	6400	7000	7600	8200	8800	9400	10000	
	Pa	515,5	659,9	811,5	965,9	1125,7	1284,6	1444,4	1603,2	1762,0	1920,8	2079,6	2238,4	2397,2	2556,0	
SELECCIÓN DE BATERÍAS																
Batería Frio	SR	Código	CU07001	CU07002	CU07003	CU07004	CU07005	CU07006	CU07007	CU07008	CU07009	CU07010	CU07011	CU07012	CU07013	CU07014
		Pol. Frio (kW)	9,41	14,12	18,89	23,54	28,34	32,95	37,85	42,97	47,97	51,78	55,48	59,2	62,91	70,61
		Pos.Batería(Pa)	81	85	88	91	95	98	101	104	107	110	113	116	119	127
	SR	PVP	1.944,00	1.800,00	1.610,00	1.732,00	1.625,00	1.525,00	1.400,00	1.302,00	1.212,00	1.125,00	1.040,00	958,00	872,00	800,00
		Código	CU07015	CU07016	CU07017	CU07018	CU07019	CU07020	CU07021	CU07022	CU07023	CU07024	CU07025	CU07026	CU07027	CU07028
		Pol. Frio (kW)	21,27	40,91	54,54	65,18	81,31	95,45	109,08	122,72	136,36	150	163,63	177,27	190,9	205,49
	S+SR	Pos.Batería(Pa)	140	157	175	193	210	227	244	261	278	294	311	328	345	362
		PVP	1.980,00	1.570,00	1.715,00	1.590,00	1.304,00	1.144,00	1.010,00	1.470,00	1.254,00	1.084,00	924,00	764,00	604,00	464,00
		Código	CU07031	CU07032	CU07033	CU07034	CU07035	CU07036	CU07037	CU07038	CU07039	CU07040	CU07041	CU07042	CU07043	CU07044
	S+SR	Pol. Frio (kW)	9,41	14,12	18,89	23,54	28,34	32,95	37,85	42,97	47,97	51,78	55,48	59,2	62,91	70,61
		Pol. Calor (kW)	21,27	30,11	40,15	51,19	62,22	77,25	88,3	99,35	110,37	121,41	132,45	143,49	154,53	165,55
		Pos.Batería(Pa)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
	S+SR	PVP	1.680,00	1.580,00	1.600,00	1.710,00	1.610,00	1.415,00	1.315,00	1.215,00	1.115,00	1.015,00	915,00	815,00	715,00	615,00
		Código	CU07045	CU07046	CU07047	CU07048	CU07049	CU07050	CU07051	CU07052	CU07053	CU07054	CU07055	CU07056	CU07057	CU07058
		Pol. Frio (kW)	21,27	40,91	54,54	65,18	81,31	95,45	109,08	122,72	136,36	150	163,63	177,27	190,9	205,49
S+SR	Pol. Calor (kW)	21,27	30,11	40,15	51,19	62,22	77,25	88,3	99,35	110,37	121,41	132,45	143,49	154,53	165,55	
	Pos.Batería(Pa)	162	199	218	218	218	199	227	227	208	208	189	189	169	169	
	PVP	1.720,00	1.680,00	1.645,00	1.510,00	1.514,00	1.740,00	1.690,00	1.590,00	1.524,00	1.454,00	1.384,00	1.314,00	1.244,00	1.174,00	
S+SR	Código	CU07061	CU07062	CU07063	CU07064	CU07065	CU07066	CU07067	CU07068	CU07069	CU07070	CU07071	CU07072	CU07073	CU07074	
	Pol. Frio (kW)	21,27	40,91	54,54	65,18	81,31	95,45	109,08	122,72	136,36	150	163,63	177,27	190,9	205,49	
	Pol. Calor (kW)	14,15	21,27	28,35	35,45	42,54	49,63	56,72	63,82	70,91	78	85,09	92,18	99,27	106,36	
S+SR	Pos.Batería(Pa)	201	218	237	218	218	199	227	227	208	208	189	189	169	169	
	PVP	1.720,00	1.680,00	1.645,00	1.420,00	1.420,00	1.740,00	1.690,00	1.590,00	1.524,00	1.454,00	1.384,00	1.314,00	1.244,00	1.174,00	
	Código	CU07075	CU07076	CU07077	CU07078	CU07079	CU07080	CU07081	CU07082	CU07083	CU07084	CU07085	CU07086	CU07087	CU07088	
SR	Pol. Calor (kW)	21,27	30,11	40,15	51,19	62,22	77,25	88,3	99,35	110,37	121,41	132,45	143,49	154,53	165,55	
	Pos.Batería(Pa)	35	42	42	42	42	42	46	46	46	46	46	46	46	46	
	PVP	765,00	872,00	985,00	1.000,00	1.120,00	1.182,00	1.295,00	1.304,00	1.385,00	1.485,00	1.585,00	1.685,00	1.785,00	1.882,00	
OPCIONALES																
Componente	Código	CU07091	CU07092	CU07093	CU07094	CU07095	CU07096	CU07097	CU07098	CU07099	CU07100	CU07101	CU07102	CU07103	CU07104	
	PVP	82,00	105,00	104,00	154,00	164,00	180,00	194,00	205,00	220,00	230,00	352,00	364,00	278,00	278,00	
Módulo Wanda	Código	CU07105	CU07106	CU07107	CU07108	CU07109	CU07110	CU07111	CU07112	CU07113	CU07114	CU07115	CU07116	CU07117	CU07118	
	PVP	484,00	545,00	612,00	580,00	615,00	655,00	695,00	735,00	775,00	815,00	1.174,00	1.214,00	1.254,00	1.294,00	
Módulo Recovering	Código	CU07121	CU07122	CU07123	CU07124	CU07125	CU07126	CU07127	CU07128	CU07129	CU07130	CU07131	CU07132	CU07133	CU07134	
	PVP	844,00	712,00	940,00	1.002,00	1.054,00	1.104,00	1.154,00	1.205,00	1.255,00	1.305,00	1.355,00	1.405,00	1.455,00	1.505,00	
Batería eléctrica	Código	CU07135	CU07136	CU07137	CU07138	CU07139	CU07140	CU07141	CU07142	CU07143	CU07144	CU07145	CU07146	CU07147	CU07148	
	kW	4	5	7,5	9	12	14	16	17,5	20	21	22,5	24	26	30	
	Pérdida Carga (Pa)	20	22	32	32	32	35	35	35	35	40	40	40	40	50	
Humidificador	PVP	722,00	816,00	875,00	924,00	1.112,00	1.148,00	1.184,00	1.242,00	1.304,00	1.482,00	1.494,00	1.512,00	1.615,00	1.744,00	
	Código	CU07151	CU07152	CU07153	CU07154	CU07155	CU07156	CU07157	CU07158	CU07159	CU07160	CU07161	CU07162	CU07163	CU07164	
	Pérdida Carga (Pa)	20	30	35	35	30	15	20	30	35	24	24	25	30	30	
Recuperadores Calor	PVP	1.170,00	1.760,00	2.010,00	2.145,00	2.295,00	2.405,00	2.475,00	2.592,00	2.685,00	2.805,00	2.905,00	2.994,00	3.135,00	3.225,00	
	Código	CU07165	CU07166	CU07167	CU07168	CU07169	CU07170	CU07171	CU07172	CU07173	CU07174	CU07175	CU07176	CU07177	CU07178	
	Pérdida Carga (Pa)	145	161	207	202	217	219	175	186	195	199	179	205	208	208	
Relativo	PVP	1.752,00	1.885,00	2.082,00	2.195,00	2.500,00	2.405,00	2.595,00	1.775,00	2.304,00	2.394,00	4.505,00	4.534,00	4.665,00	4.795,00	
	Código	CU07181	CU07182	CU07183	CU07184	CU07185	CU07186	CU07187	CU07188	CU07189	CU07190	CU07191	CU07192	CU07193	CU07194	
	Pérdida Carga (Pa)	145	165	195	185	165	157	160	172	182	190	167	185	170	184	
Relativo	PVP	3.555,00	3.815,00	4.024,00	4.020,00	5.002,00	5.270,00	5.342,00	5.665,00	5.482,00	5.570,00	7.012,00	7.274,00	7.442,00	7.542,00	

## 12.5 BOMBAS CLIMATIZACIÓN

### 12.5.1 CIRCUITO DE FANCOILS

Se ha escogido una bomba **WILO IP-E 32/100 -0,55/2**



#### Datos de trabajo teóricos

Caudal	2,03	m³/h
Altura de impulsión	6,74	m
Fluido	Agua limpia	
Temperatura fluido	20	°C
Densidad	0,9983	kg/dm³
Viscosidad cinemática	1,005	mm²/s
Presión de vapor	0	bar

#### Datos bomba

Marca	WILO
Tipo	IP-E 32/100-0,55/2
Tipo inst.	Bomba simple
Modo de funcionamiento	dp-v
Presión nominal máx.	PN10
Temp. mín. fluido	-20
Temp. máx. fluido	120
Índice de eficiencia mínima (MEI)	>=0,10

#### Datos hidráulicos (punto de trabajo)

Caudal		m³/h
Altura de impulsión		m
Potencia absorbida P1		kW
NPSH		m
Diámetro rodete	0	mm

#### Materiales

Cercasa	EN-GJL-250
Eje	X 20 Cr 13
Rodete	Sintético
Cierre mecánico	Consultar

#### Medidas

	mm						
a	70	e	40	o	M10	dL	19
b1	101	f	50	Ø g	130	n	4
b2	106	h	141	p	20	Ø k	100
b3	189	i	260	x	150		
b4	216	l1	325	Ø d	76		
c	90	m	130	Ø D	140		

Lado aspiración DN 32 / PN16

Lado impulsión DN 32 / PN16

Peso 25 kg

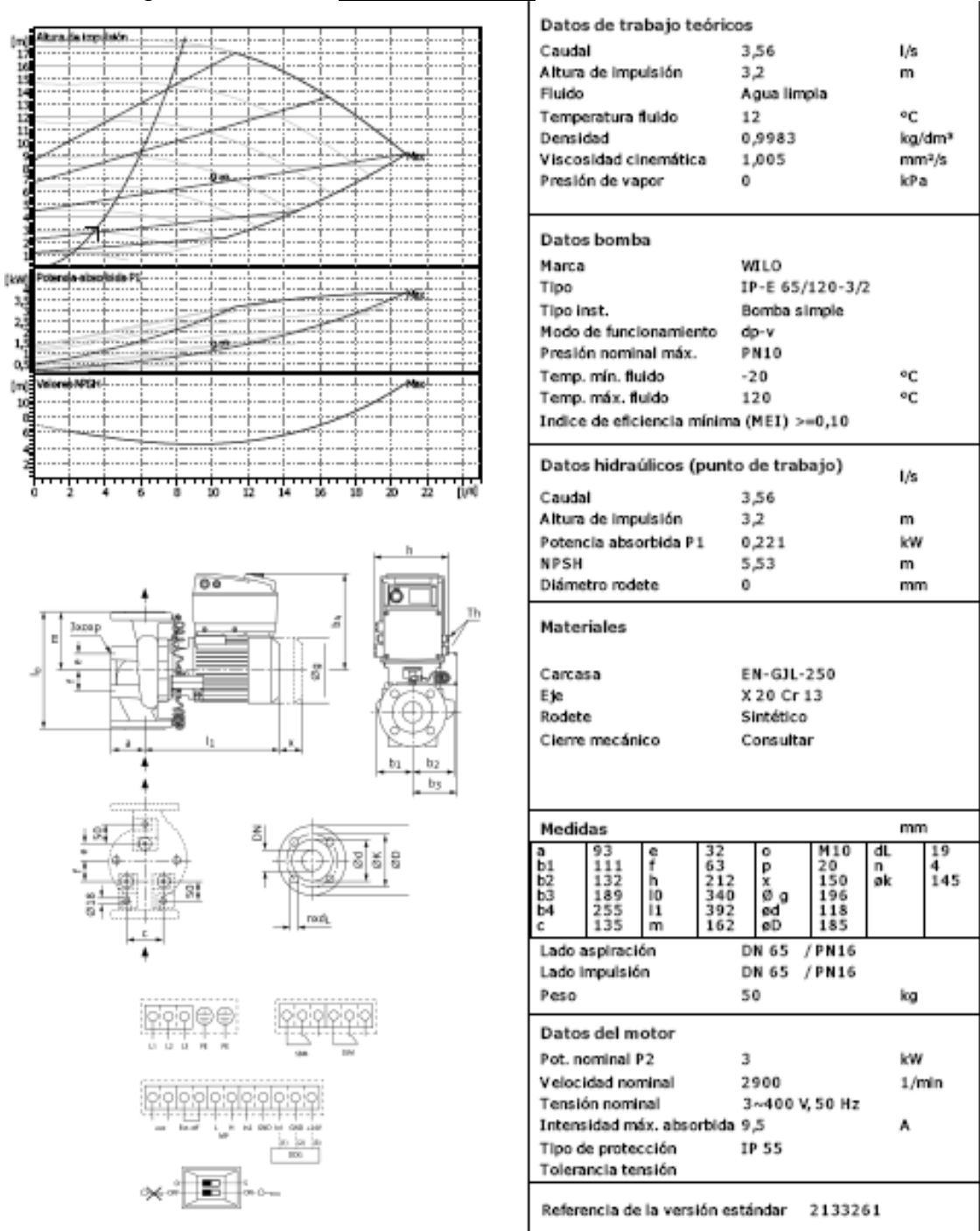
#### Datos del motor

Pot. nominal P2	0,55	kW
Velocidad nominal	2900	1/min
Tensión nominal	3~400 V, 50 Hz	
Intensidad máx. absorbida	1,9	A
Tipo de protección	IP 55	
Tolerancia tensión		



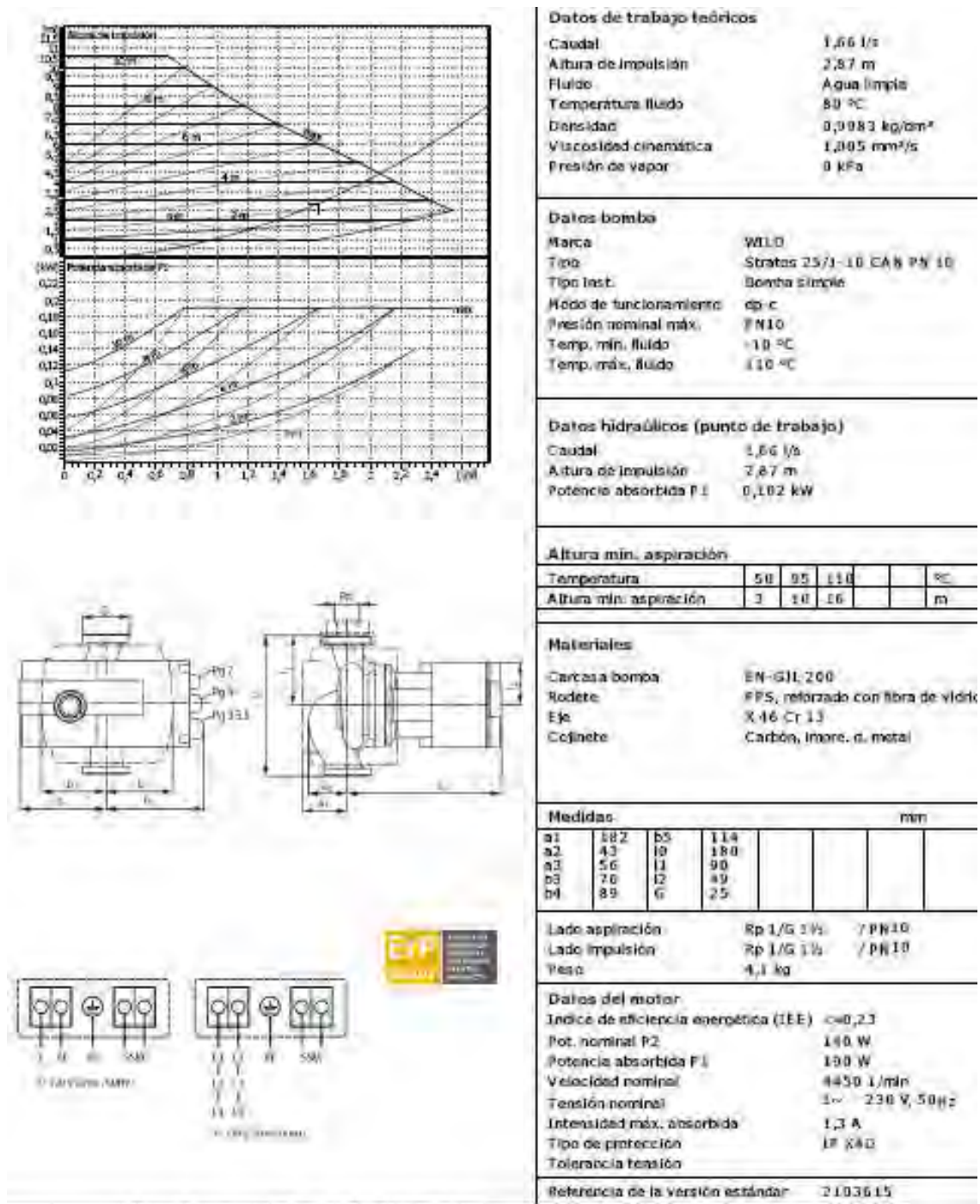
12.5.2 CIRCUITO DE ENFRIADORAS

Se ha escogido el modelo: **IP-E 65/120-3/2**



### 12.5.3 CIRCUITO DE CALDERAS

Se ha escogido el modelo: **WILO Stratos 25/1-10 CAN PN 10**





12.5.4 CIRCUITO CLIMATIZADOR

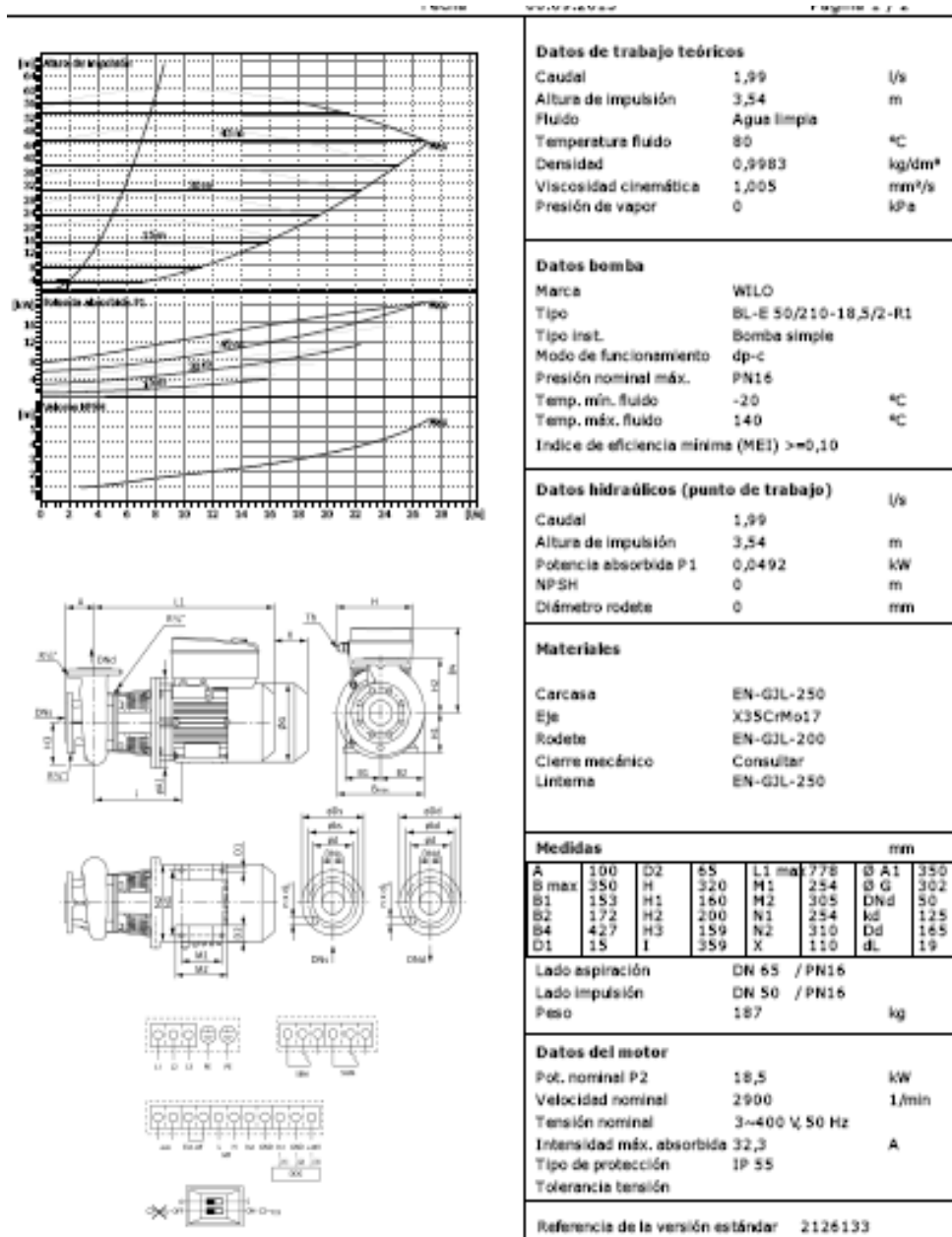
FRÍO

Se ha escogido el modelo: **WILO BL-E40/230-18,5/2-R1**

<b>Datos de trabajo teóricos</b>							
Caudal	4,17	l/s					
Altura de impulsión	3,54	m					
Fluido	Agua limpia						
Temperatura fluido	12	°C					
Densidad	0,9983	kg/dm³					
Viscosidad cinemática	1,005	mm²/s					
Presión de vapor	0	kPa					
<b>Datos bomba</b>							
Marca	WILO						
Tipo	BL-E 40/230-18,5/2-R1						
Tipo inst.	Bomba simple						
Modo de funcionamiento	dp-c						
Presión nominal máx.	PN16						
Temp. mín. fluido	-20	°C					
Temp. máx. fluido	140	°C					
Indice de eficiencia mínima (MEI)	>=0,10						
<b>Datos hidráulicos (punto de trabajo)</b>							
Caudal	4,17	l/s					
Altura de impulsión	3,54	m					
Potencia absorbida P1	0,168	kW					
NPSH	2,05	m					
Diámetro rodete	0	mm					
<b>Materiales</b>							
Carcasa	EN-GJL-250						
Eje	X35CrMo17						
Rodete	EN-GJL-200						
Cierre mecánico	Consultar						
Linterna	EN-GJL-250						
<b>Medidas</b>							
mm							
A	100	D2	65	L1 max	782	Ø A1	350
B max	350	H	320	M1	254	Ø G	302
B1	174	H1	160	M2	305	DNd	40
B2	174	H2	225	N1	254	kS	110
B4	427	H3	174	N2	310	Dd	150
Ø1	15	I	363	X	110	dL	19
Lado aspiración			DN 65 / PN16				
Lado impulsión			DN 40 / PN16				
Peso			198 kg				
<b>Datos del motor</b>							
Pot. nominal P2			18,5 kW				
Velocidad nominal			2900 1/min				
Tensión nominal			3~400 V, 50 Hz				
Intensidad máx. absorbida			34,2 A				
Tipo de protección			IP 55				
Tolerancia tensión							
Referencia de la versión estándar			2113493				

**CALOR**

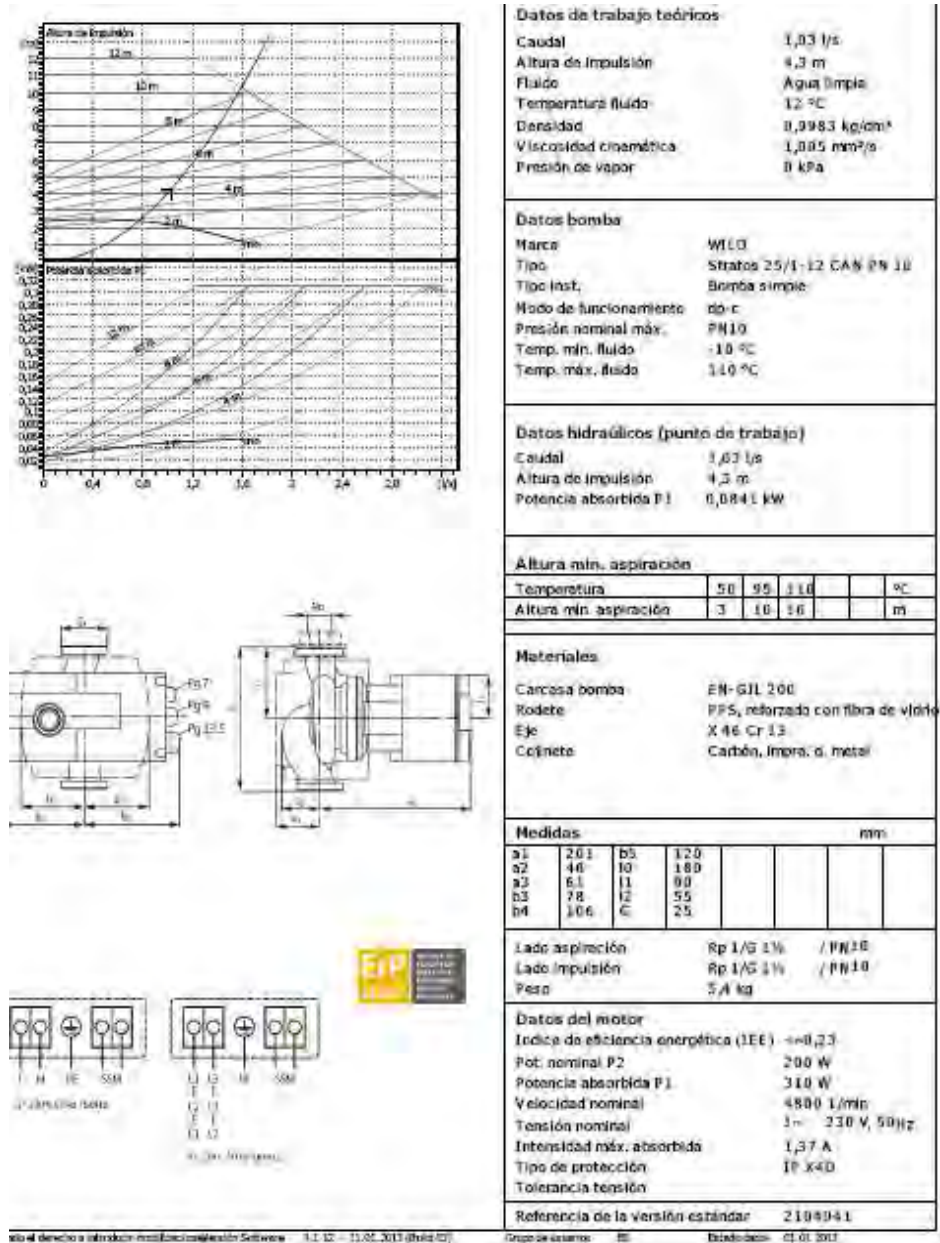
Se ha escogido el modelo: **WILO BL-E50/210-18,5/2-R1**



## 12.5.5 CIRCUITO CLIMATIZADOR COCINA

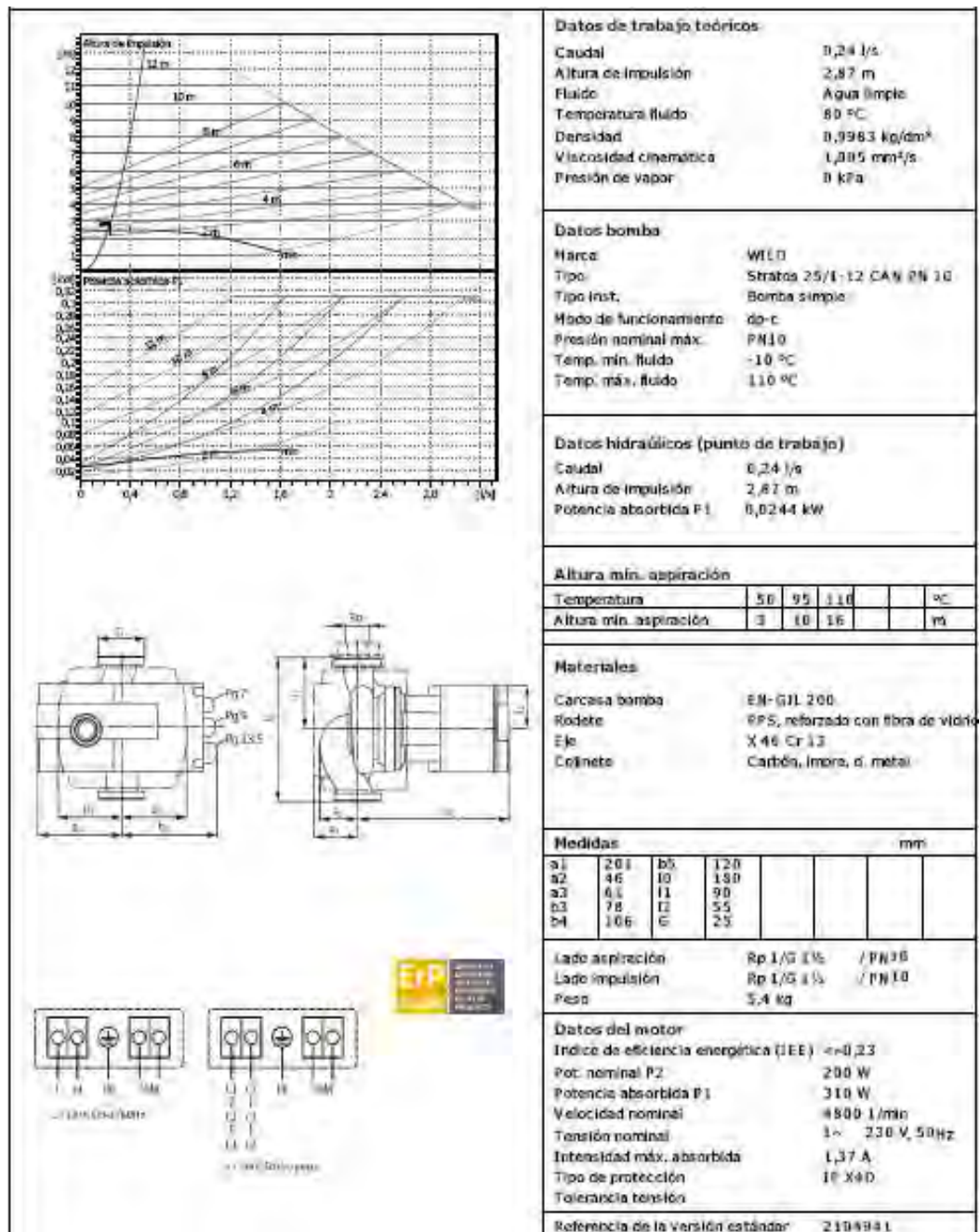
### FRÍO

Se ha escogido el modelo: **WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10**



**CALOR**

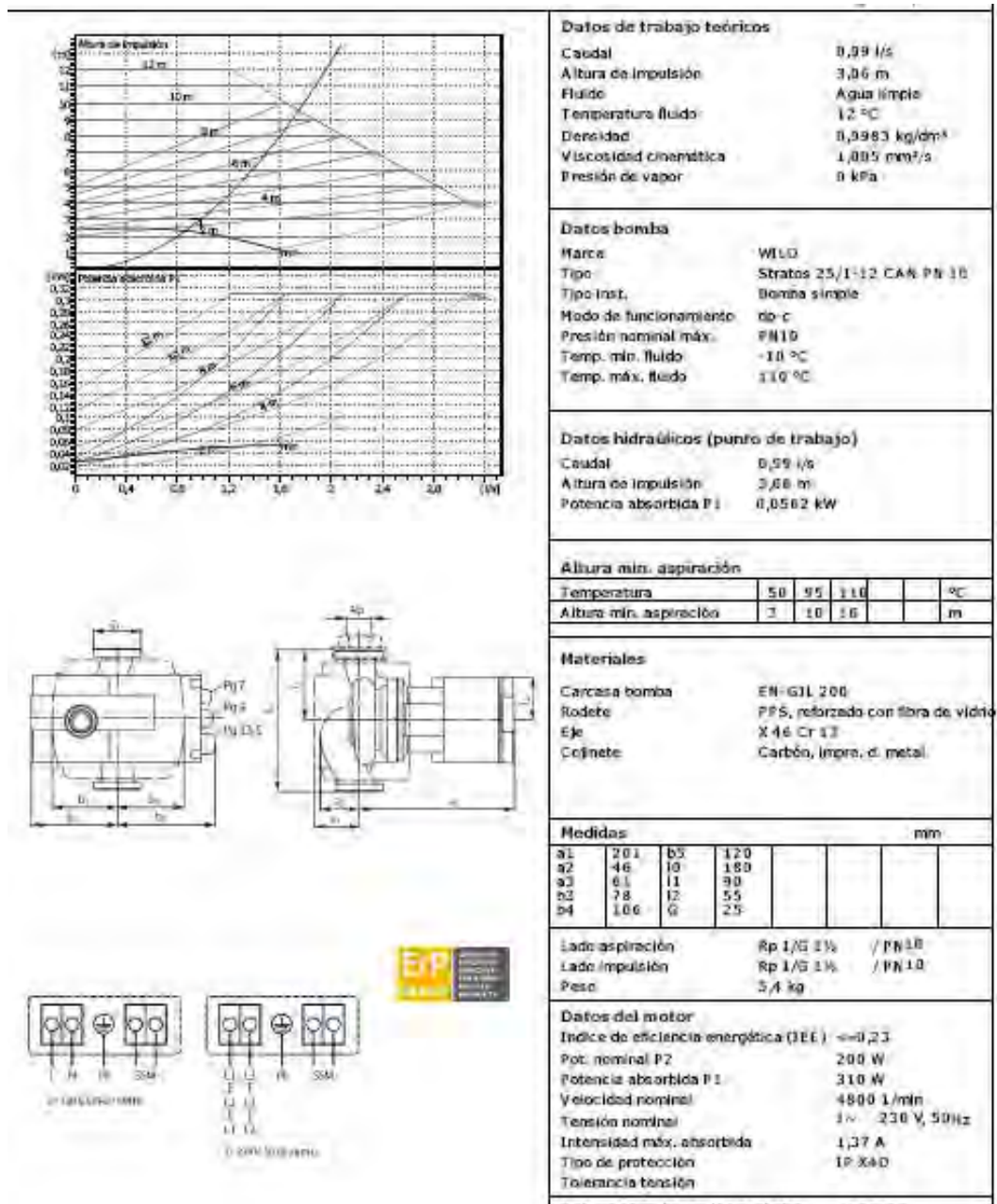
Se ha escogido el modelo: **WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10**



## 12.5.6 CIRCUITO CLIMATIZADOR GIMNASIO

### FRÍO

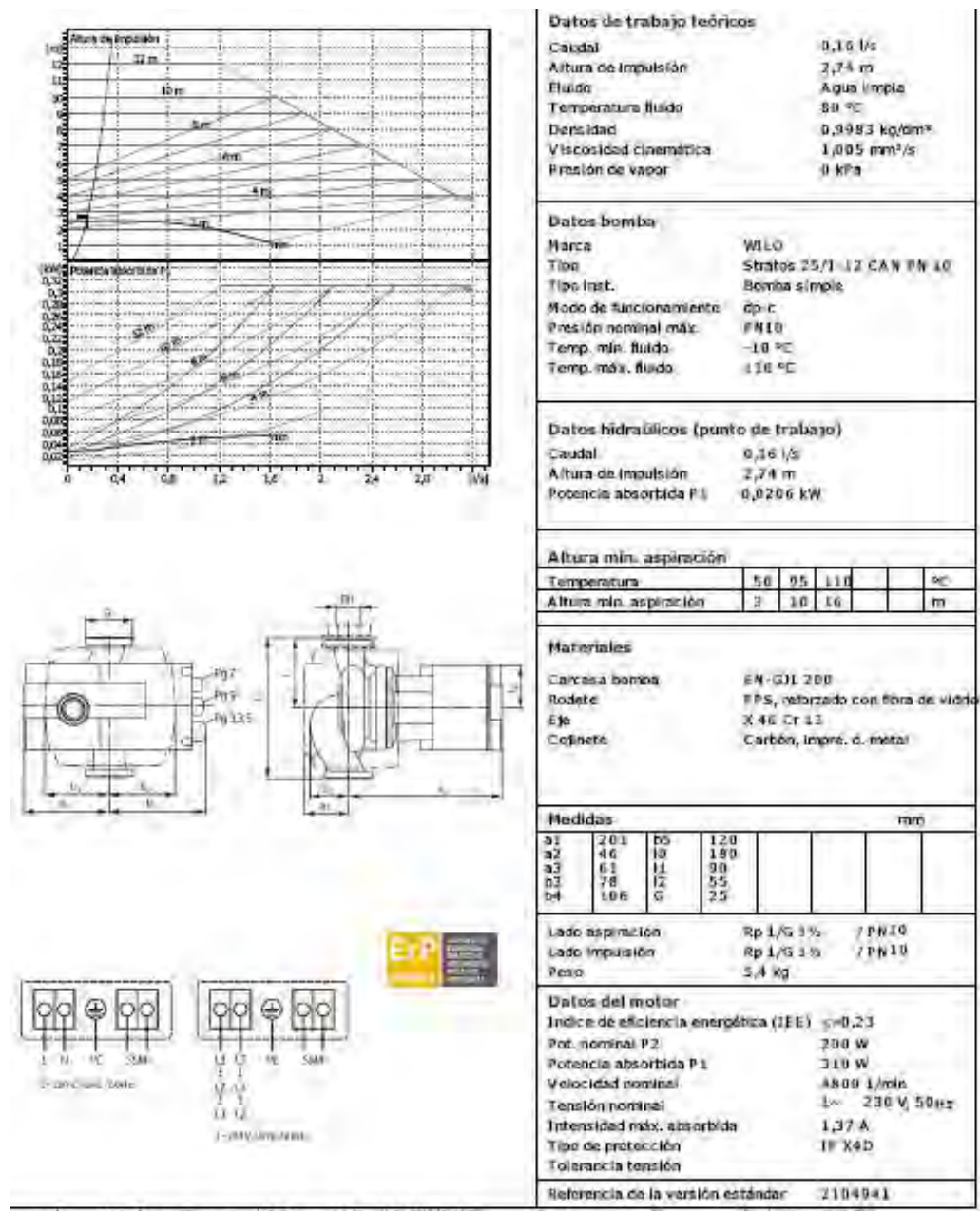
Se ha escogido el modelo: **WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10**





## CALOR

Se ha escogido el modelo: **WILO Stratos 25/1-12 CAN PN 10**



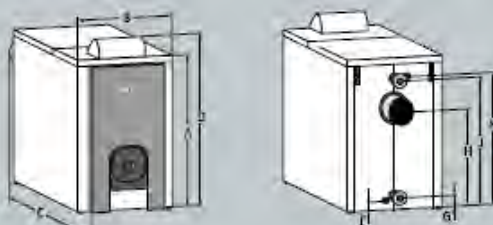
## 12.6 ENFRIADORAS

### Datos físicos

Modelos sólo frío 30RBS		039	045	050	060	070	080	090	100	120	140	160
Capacidad frigorífica nominal*	kW	39,3	44,6	51,9	58,4	66,7	78,6	89,4	99,9	117,0	134,3	157,1
Peso en funcionamiento sin módulo hidrónico	Kg	458	466	489	515	502	533	835	845	876	982	1.046
Refrigerante		R-410A										
Compresor Scroll 48 r/s (Etapas)		2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4
Intercambiador de calor de aire		Tubos de cobre ranurados, aletas de aluminio										
Ventiladores		Flying Bird IV Axiales con envolvente giratoria										
Cantidad Ventiladores		1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Caudal de aire (alta velocidad)	l/s	3800	3.800	3.800	3.800	5.300	5.300	7.600	7.600	7.600	10.600	10.600
Intercambiador de calor de agua		De placas, soldado, de expansión directa										
Caudal de agua	l/s	1,87	2,12	2,48	2,78	3,18	3,74	4,26	4,76	5,58	6,41	7,50
Conexiones de agua	Pulg	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
Datos Eléctricos		039	045	050	060	070	080	090	100	120	140	160
Tensión de alimentación nominal	V-ph-Hz	400-3-50 ± 10% (Sin neutro)										
Alimentación del circuito de control		Mediante el transformador montado en la unidad										
Consumo máximo de la unidad*	kW	18,8	20,8	24,4	27,8	31,2	35,8	42,2	45,5	52,4	62,3	71,5
Corriente nominal de la unidad**	A	25,7	30,6	34,9	38,3	45,6	55,8	57,8	67,1	82,7	91,2	112,2
Corriente máxima de arranque***	A	112,7	130,9	141,0	143,4	170,4	209,4	168,8	195,8	239,8	226,2	275,2



## 12.7 CALDERAS



**Datos Técnicos**

Caldera MK-1		80	110	140	180	220	260
Rango de potencia MK-1	kW	50-100	80-130	110-170	140-210	180-260	220-300
Rango de potencia recomendado MK-1	kW	50-80	80-110	110-140	140-180	180-220	220-260
Altura caldera/Altura caldera sin carcasa	A mm	1220 / 1148	1220 / 1148	1220 / 1148	1220 / 1148	1220 / 1148	1220 / 1148
Anchura caldera/Anchura caldera sin carcasa	B mm	825 / 585	825 / 585	825 / 585	825 / 585	825 / 585	825 / 585
Profundidad	C mm	1125	1285	1445	1605	1785	1925
Altura total con regulación	D mm	1405	1405	1405	1405	1405	1405
Llenado, vaciado	F mm	120	120	120	120	120	120
Retorno calefacción	G mm	160	160	160	160	160	160
Conexión salida de humos	H mm	860	860	860	860	860	860
Impulsión calefacción	J mm	1070	1070	1070	1070	1070	1070
Impulsión de seguridad	K mm	1110	1110	1110	1110	1110	1110
Ø Tubo salida de humos	mm	179	179	179	179	179	179
Bastidor recomendado	mm	1300x850*	1300x850*	1500x950*	1800x1000**	2000x1000**	2200x1000**
Llenado, vaciado (RE)	Rp	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
Retorno caldera	Brida DN	65	65	65	65	65	65
Impulsión caldera	Brida DN	65	65	65	65	65	65
Impulsión de seguridad	Rp	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
Contenido de agua de la caldera	Ltr.	104	125	147	168	190	211
Volumen de gases de la caldera	Ltr.	155	195	235	275	315	355
Superficie de intercambio	m²	4,4	5,6	6,8	8,0	9,2	10,4
Sobrepresión cámara de combustión 1)	mbar	0,11	0,18	0,4	0,5	0,8	1,2
Pérdida de carga-agua de calef. (Dt = 20K) 1)	mbar	3	5	8	11	17	26
Presión máxima de trabajo	bar	4	4	4	4	4	4
Temperatura máxima admisible 2)	°C	120	120	120	120	120	120
Pérdida de carga relativa	‰	0,74	0,84	0,55	0,45	0,33	0,19
Temperatura salida de humos 1)	°C	145-175	150-175	155-175	155-175	155-175	155-175
Temperatura salida de humos 1. Paso	°C	130	130	130	130	130	130
Caudal máxico de humos 1) (Gasoil EL CO <sub>2</sub> = 13 %) kg/h		84-134	134-185	185-235	235-302	302-370	370-436
Caudal máxico de humos 1) (Gas natural EL CO <sub>2</sub> = 9,5 %) kg/h		89-142	142-196	196-249	249-320	320-392	392-464
Caudal máxico de humos 1) (Gas natural LL CO <sub>2</sub> = 9,0 %) kg/h		92-147	147-202	202-258	258-331	331-407	407-479
Caudal máxico de humos 1) (Gas líquido CO <sub>2</sub> = 11 %) kg/h		86-139	138-189	189-241	241-310	310-378	378-447
Peso	Caldera kg	506	600	704	809	903	999
Homologación CE		CE-0085AR0034					
Conexión eléctrica		230 V/50 Hz/10 A					
Elementos que constituyen la caldera	Delantero	1	1	1	1	1	1
	Centrales	2	3	4	5	6	7



## 12.8 VASOS DE EXPANSIÓN

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DIMENSIONES

	Código	Artículo	Capacidad lts.	Presión máx. trabajo	Presión precarga bar	D mm	H mm	H1 mm	Conexión de agua- Ø DIN 259
	AC 04 001	<b>5 AMR-E</b>	5	10	1,5	200	265	—	3/4"
	AC 04 008	<b>5 AMR-E</b>	5	10	1,5	200	265	—	1"
	AC 04 005	<b>24 AMR-E</b>	24	8	1,5	350	410	—	3/4"
	AA 15 205	<b>24 AMR-E</b>	24	8	1,5	350	410	—	1"
	AC 04 016	<b>8 AMR</b>	8	10	1,5	200	350	—	1"
	AC 04 017	<b>15 AMR</b>	15	10	1,5	270	320	—	1"
	AC 04 018	<b>20 AMR</b>	20	10	1,5	270	425	—	1"
	AC 04 020	<b>50 AMR</b>	50	10	1,5	360	620	—	1"
	AC 04 021	<b>50 AMR-P</b>	50	10	1,5	360	760	—	1"
	AC 04 025	<b>80 AMR-P</b>	80	10	1,5	450	750	—	1"
	AC 04 063	<b>100 AMR-P</b>	100	10	1,5	450	870	—	1"
	AC 04 022	<b>150 AMR-B90</b>	150	8	1,5	485	1.080	—	1-1/4"
	AC 04 023	<b>200 AMR-B90</b>	200	8	1,5	550	1.075	—	1-1/4"
	AC 04 024	<b>300 AMR-B160</b>	300	8	1,5	650	1.178	—	1-1/4"
	AA 15 227	<b>100 AMR</b>	100	16	1,5	485	805	—	1-1/2"
	AC 04 029	<b>150 AMR</b>	150	10	1,5	485	1.155	—	1-1/2"
	AC 04 030	<b>220 AMR</b>	220	10	1,5	485	1.405	—	1-1/2"
	AC 04 033	<b>350 AMR</b>	350	10	1,5	485	1.980	—	1-1/2"
	AC 04 031	<b>500 AMR</b>	500	10	1,5	600	2.065	—	1-1/2"
	AC 04 032	<b>700 AMR</b>	700	10	1,5	700	2.085	—	1-1/2"
	AC 04 027	<b>1000 AMR</b>	1000	10	1,5	850	2.225	—	2"
	AC 04 028	<b>1400 AMR</b>	1400	10	1,5	1000	2.320	—	2"
	AC 04 038	<b>20 AMR-S</b>	20	10	1,5	270	425	145	1"
	AC 04 039	<b>50 AMR-S</b>	50	10	1,5	360	620	185	1"
	AC 04 040	<b>80 AMR-S</b>	80	10	1,5	450	625	230	1"

## 12.9 DEPÓSITO DE INERCIA

Se ha escogido el modelo de 1500 litros de SALVADOR ESCODA S.A.

DEPÓSITOS DE INERCIA AISLADOS PARA REFRIGERACIÓN «AR/ARO»



**100 a 1000  
litros**



**AR**



**ARO**

**Aplicación:** en instalaciones de aire acondicionado, sólo frío y/o bomba de calor, con limitado contenido de agua, para asegurar una temperatura media constante y reducir los arranques de compresor.

**Capacidad:** de 100 a 5000 litros.

**Presión estándar de proyecto:** 6 bar

**Temp. estándar acumulación:**  
7 a 12°C (frío)  
50 a 40°C (bomba de calor)

**Tratamiento:** galvanizado en caliente según proyecto UNI.

**Acabado externo**  
**100-1000 lts:** poliuretano rígido de 30 mm de espesor (PUR 30), acabado en aluminio de 0.4 mm.  
**1500-5000 lts:** poliuretano reticulado de 19 mm de espesor, acabado exterior en skai.



(\*) Con brida DN 400

Capac. Lts.	DIMENSIONES (mm)								Conex. e-Ø1-2
	A	B	C	ØD	E	H	H1	L	
100	290	815	330	490	815	995	810	995	1-1/4"
200	320	1.180	320	510	1.180	1.360	860	1.380	1-1/2"
300	320	1.180	320	610	1.180	1.365	760	1.395	2"
500	335	1.415	335	710	1.415	1.666	960	1.658	3"
750	410	1.560	410	810	1.560	1.865	960	1.845	3"
1.000	420	1.710	420	890	1.710	2.020	1.010	2.030	3"
1.500	480	2.100	335	985	1.900	2.400	1.165	2.235	3"
2.000	605	2.115	370	1.135	1.935	2.460	1.295	2.305	3"
2.500	660	2.110	400	1.235	2.015	2.535	1.375	2.415	4"
3.000	660	2.120	420	1.335	2.035	2.565	1.460	2.455	4"
4.000	610	2.370	475	1.435	2.235	2.846	1.560	2.710	4"
5.000 (*)	620	2.380	505	1.835	2.275	2.865	1.785	2.750	4"

Registros de tipo:

**100 a 1500 litros**  
**N.06/FAQ/0048**

**3000 a 5000 litros**  
**N.06/FAQ/0050**



## 12.10 CONDUCTOS DE AIRE



### DESCRIPCIÓN

Panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por un complejo de aluminio por el exterior y con un tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica por el interior (tejido Neto).

### APLICACIÓN

Conductos autoportantes para la distribución de aire en climatización fabricados a partir de paneles de lana de vidrio, concebidos para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.

### PROPIEDADES TÉCNICAS

Características técnicas según normativa

En este apartado se recogen las características técnicas requeridas en las normas de referencia: EN 14303, EN 13403, EN ISO 354, RITE.

Características	Unidades	Valores
Conductividad térmica ( $\lambda$ )	10° C	0,032
	20° C	0,033
	40° C	0,036
	60° C	0,038
Reacción al fuego	Euroclase	B-s1, d0
Resistencia al vapor de agua	$m^2 \cdot h \cdot Pa/mg$ (del revestimiento)	100
Estanqueidad	---	Clase D
Resistencia a la presión	Pa	800
Coeficiente absorción acústica ( $\alpha$ )	125 Hz	0,35
	250 Hz	0,65
Pérdidas de carga	500 Hz	0,75
	1 KHz	0,85
	2 KHz	0,90
	$\alpha_m$	0,85

Ensayo acústico CTA 048/11, REV. 5.

### PRESENTACIÓN

Dimensiones (m)	Espesor (mm)	m <sup>2</sup> /bulto	m <sup>2</sup> /palet	m <sup>2</sup> /camión
Largo	Ancho			
3,00	1,19	25	24,99	299,88
				2399

www.isover.es  
+34 901 33 22 11  
isover.es@saaint-gobain.com

### ATENUACIÓN ACÚSTICA

Atenuación acústica (\*) en un tramo recto (dB/m) CLIMAVER Neto

Sección (mm)	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
200 x 200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12
300 x 400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57
400 x 500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15
400 x 700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12
500 x 1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44

(\*) Atenuación acústica ( $\Delta L$ , en dB/m) estimada mediante:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{S} \right) \quad \text{donde: } P \text{ (coeficiente de absorción Sabina, P y S perímetro y sección del conducto)}$$

Para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m<sup>3</sup>/h, pérdida de carga 25 mm.c.a.

### VENTAJAS

- Máxima absorción acústica de los paneles de 25 mm de espesor.
- Revestimiento interior Neto de alta resistencia mecánica, permitiendo la limpieza del conducto por los métodos más agresivos, como por ejemplo, cepillado (hágase la prueba de la moneda).
- Marcado de líneas guía MTR: referencia para la construcción de figuras de red de conductos mediante el Método del Tramo Recto.
- Resistencia mecánica: imposibilidad de desgarrar y despegue en la construcción de los conductos.
- Estructura textil: permeabilidad total a las ondas sonoras y ausencia de perforaciones susceptibles de acumular suciedad.
- Tratamiento del canto macho.

### CONDICIONES DE TRABAJO

Aplicación según EN13403.

Velocidad máxima del aire: 18 m/s.

Temperatura máxima del aire de circulación: 90°C.

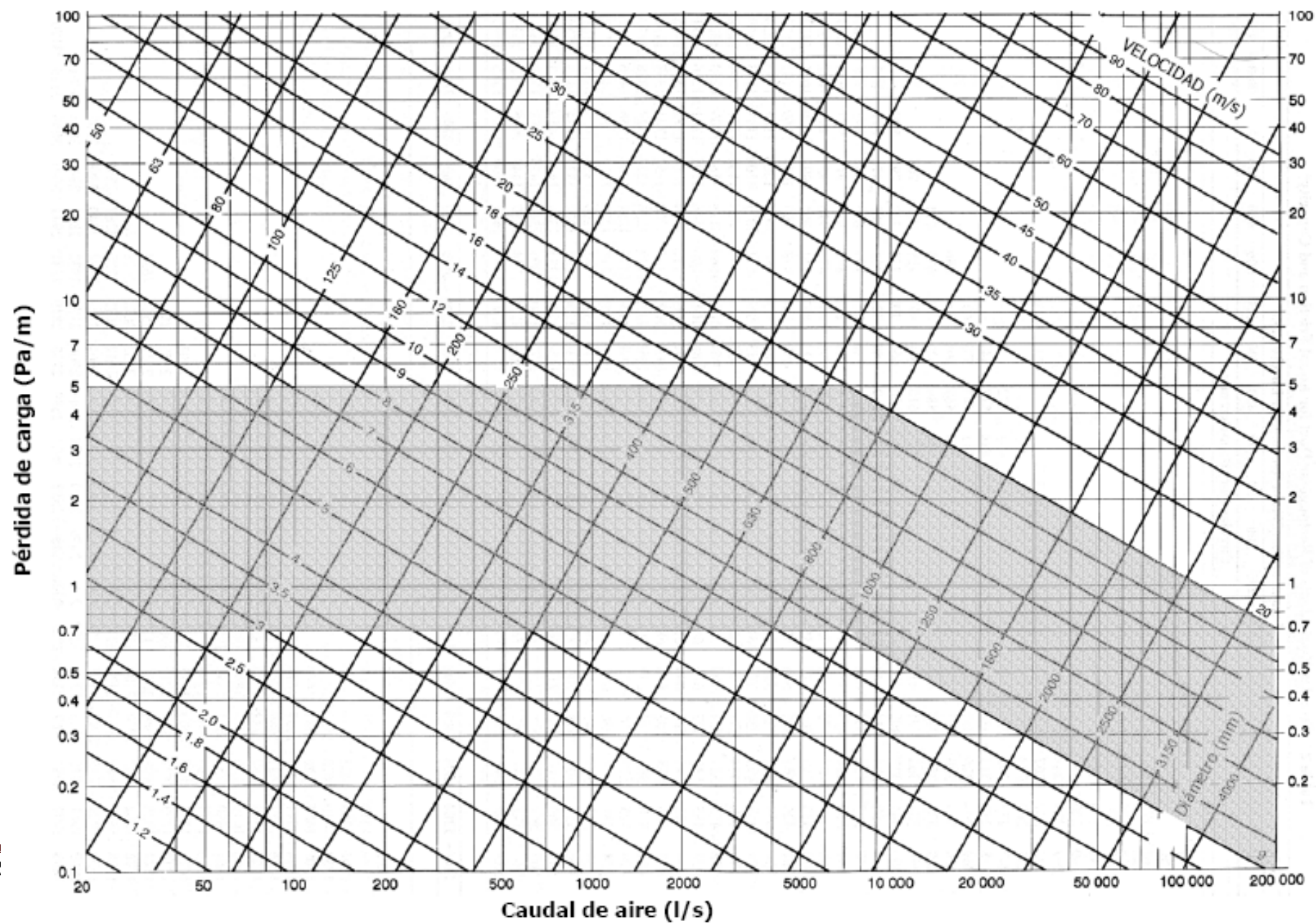
### CERTIFICADOS Y UTILIZACIÓN



Información referente a  
almacenamiento, transporte  
e instalación, consultar:  
[www.isover.es/utilizacion](http://www.isover.es/utilizacion)

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

CLIMAVER NETO es una marca registrada de Saint-Gobain Isover. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.





CONDUCTO (mm.)	150		200		250		300		350	
	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø
250	0.036	213	0.048	249		287				
300	0.042	231	0.057	272	0.071	302	0.087	333		
350	0.043	249	0.067	292	0.084	328	0.103	367	0.119	389
400	0.055	264	0.075	308	0.094	348	0.115	384	0.134	414
450	0.061	280	0.084	328	0.106	368	0.129	407	0.151	439
500	0.067	292	0.092	343	0.117	384	0.142	427	0.163	460
550	0.072	305	0.100	358	0.128	404	0.156	447	0.184	485
600	0.078	315	0.107	377	0.139	422	0.169	465	0.193	503
650	0.032	326	0.118	384	0.149	435	0.182	483	0.214	524
700	0.083	335	0.123	396	0.158	450	0.193	498	0.229	541
750	0.093	346	0.130	409	0.168	465	0.205	514	0.244	559
800	0.099	356	0.137	479	0.179	478	0.218	529	0.260	576
850	0.105	366	0.148	432	0.188	490	0.230	544	0.274	592
900	0.109	374	0.153	442	0.198	504	0.242	556	0.288	607
950	0.113	381	0.160	452	0.208	516	0.255	572	0.303	622
1000	0.113	389	0.167	463	0.216	526	0.267	585	0.318	637
1050	0.123	396	0.172	470	0.225	536	0.276	595	0.330	650
1100	0.128	404	0.130	480	0.233	546	0.288	607	0.343	662
1150	0.132	412	0.188	488	0.242	556	0.293	618	0.359	678
1200	0.137	419	0.193	498	0.250	567	0.310	630	0.373	691
1250			0.196	506	0.260	577	0.320	641	0.384	701
1300			0.205	574	0.270	587	0.330	657	0.398	714
1350			0.212	521	0.276	595	0.343	664	0.410	724
1400			0.218	531	0.286	605	0.354	674	0.422	734
1450			0.225	636	0.296	676	0.365	684	0.434	744
1500			0.237	544	0.303	622	0.376	694	0.448	756
1600			0.244	559	0.320	640	0.392	709	0.472	778
1700					0.336	656	0.415	729	0.497	798
1800					0.355	674	0.436	746	0.527	820
1900					0.380	696	0.454	762	0.543	834
2000					0.384	701	0.478	782	0.570	854
2100							0.502	800	0.594	876
2200							0.517	813	0.615	887
2300							0.535	828	0.640	905
2400							0.546	839	0.650	920
2500									0.685	937
2600									0.704	951
2700									0.731	966
2800									0.750	981
2900										
3000										
3100										
3200										
3300										
3400										
3500										
3600										

CONDUCTO (mm.)	400		450		500		550		600	
	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø
250										
300										
350										
400	0.154	445								
450	0.173	470	0.196	507						
500	0.192	496	0.216	526	0.242	556				
550	0.210	518	0.238	551	0.264	582	0.292	672		
600	0.229	541	0.257	574	0.288	607	0.316	638	0.346	666
650	0.246	561	0.278	597	0.310	630	0.341	664	0.373	692
700	0.265	582	0.301	620	0.333	655	0.363	689	0.401	716
750	0.283	602	0.320	640	0.360	677	0.392	717	0.433	745
800	0.301	620	0.341	667	0.381	698	0.418	734	0.457	765
850	0.318	637	0.360	678	0.404	779	0.443	756	0.485	788
900	0.336	656	0.378	696	0.424	736	0.467	775	0.517	813
950	0.352	671	0.398	774	0.448	757	0.494	798	0.542	834
1000	0.368	686	0.418	732	0.469	775	0.517	816	0.569	853
1050	0.384	707	0.436	741	0.492	793	0.540	834	0.597	874
1100	0.401	776	0.453	762	0.513	810	0.563	852	0.624	894
1150	0.416	729	0.472	777	0.534	825	0.686	869	0.652	914
1200	0.430	742	0.491	793	0.553	841	0.611	887	0.675	930
1250	0.448	757	0.510	808	0.573	856	0.633	903	0.702	949
1300	0.463	770	0.530	824	0.594	871	0.656	975	0.728	966
1350	0.478	782	0.546	836	0.614	896	0.879	935	0.755	984
1400	0.492	793	0.563	849	0.636	902	0.702	957	0.779	999
1450	0.507	806	0.580	862	0.654	975	0.724	965	0.798	1011
1500	0.523	879	0.802	876	0.673	927	0.747	983	0.822	1027
1600	0.548	841	0.636	902	0.714	956	0.790	1008	0.872	1057
1700	0.580	862	0.665	923	0.752	981	0.831	1034	0.923	1088
1800	0.810	885	0.697	946	0.786	1004	0.676	1063	0.961	1775
1900	0.632	900	0.735	971	0.824	1029	0.923	1088	0.998	1147
2000	0.670	925	0.766	991	0.853	1052	0.961	1113	1.063	1168
2100	0.698	946	0.792	1008	0.900	1075	0.993	1133	1.108	1192
2200	0.730	966	0.827	1030	0.934	1095	1.035	1152	1.155	1277
2300	0.753	982	0.368	1055	0.962	1113	1.081	1177	1.192	1237
2400	0.778	996	0.893	1070	0.999	1130	1.118	1200	1.226	1258
2500	0.787	7020	0.907	1080	1.045	1155	1.138	1210	1.285	1285
2600	0.324	1030	0.940	1705	1.072	1172	1.202	1240	1.350	1315
2700	0.852	1045	0.952	1179	1.110	1194	1.238	1267	1.368	1325
2800	0.880	7063	1.005	1735	1.138	1205	1.275	1278	1.396	1348
2900	0.906	1078	1.040	1158	1.165	1222	1.320	1303	1.460	1370
3000	0.925	1090	1.065	1168	1.210	1248	1.330	1308	1.497	1387
3100	0.940	1105	1.100	1785	1.233	1260	1.387	1331	1.535	1402
3200	0.953	1120	1.120	1197	1.277	1279	1.432	1353	1.580	1425
3300			1.156	1276	1.302	1292	1.460	1368	1.608	1486
3400			1.185	1237	1.334	1370	1.493	1380	1.655	1456
3500			1.220	1247	1.352	1321	1.525	1397	1.710	1478
3600			1.230	1252	1.397	1344	1.551	1414	1.738	1490

CONDUCTO (mm.)	650		700		750		800		850	
	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ
250										
300										
350										
400										
450										
500										
550										
600										
650	0.407	722								
700	0.437	749	0.472	777						
750	0.468	775	0.502	803	0.543	834				
800	0.497	798	0.536	829	0.576	859	0.618	889		
850	0.527	823	0.568	854	0.610	884	0.654	914	0.697	944
900	0.549	838	0.603	875	0.646	909	0.692	940	0.736	971
950	0.591	869	0.636	903	0.679	934	0.728	966	0.775	996
1000	0.622	893	0.668	925	0.714	958	0.767	992	0.816	1020
1050	0.650	974	0.702	948	0.752	987	0.803	1015	0.853	1044
1100	0.679	934	0.733	969	0.786	1004	0.840	1038	0.890	1068
1150	0.706	951	0.764	990	0.818	1025	0.877	1057	0.934	1093
1200	0.736	971	0.794	1009	0.856	1046	0.915	1082	0.972	1176
1250	0.764	990	0.823	1028	0.890	1068	0.953	1105	1.008	1739
1300	0.792	1006	0.856	1046	0.924	1089	0.990	1126	1.054	1761
1350	0.818	1025	0.890	1066	0.963	1108	1.016	1143	1.092	1187
1400	0.848	1042	0.920	1084	0.990	1726	1.055	1163	1.128	1201
1450	0.877	1059	0.952	1102	1.018	1143	1.092	1184	1.165	1223
1500	0.902	1074	0.970	1118	1.055	1165	1.128	1202	1.200	1242
1600	0.952	1105	1.035	1154	1.118	1799	1.192	1238	1.275	1280
1700	1.008	1135	1.091	1185	1.183	1229	1.267	1238	1.350	1378
1800	1.063	1165	1.147	1215	1.248	1262	1.331	1308	1.423	1357
1900	1.108	1194	1.210	1245	1.302	1292	1.396	1340	1.498	1388
2000	1.165	1219	1.267	1272	1.359	1321	1.460	1368	1.572	1478
2100	1.220	1248	1.312	1299	1.423	1350	1.525	1397	1.636	1448
2200	1.266	1272	1.368	1325	1.488	1380	1.598	1429	1.710	1478
2300	1.312	1299	1.433	1355	1.543	1405	1.665	1457	1.775	1507
2400	1.368	1325	1.489	1371	1.590	1426	1.720	1486	1.821	1530
2500	1.386	1344	1.545	1402	1.655	1455	1.775	1508	1.905	1562
2600	1.460	1368	1.580	1422	1.720	1485	1.840	1538	1.980	1592
2700	1.496	1388	1.627	1443	1.775	1508	1.895	1559	2.035	1672
2800	1.552	1470	1.692	1473	1.820	1528	1.950	1582	2.080	1632
2900	1.600	1432	1.747	1495	1.878	1552	2.035	1675	2.170	1670
3000	1.645	1451	1.793	1575	1.932	1578	2.095	1639	2.235	1695
3100	1.700	1475	1.830	1532	1.995	1600	2.145	1660	2.330	1728
3200	1.738	1492	1.878	1552	2.060	1628	2.190	1678	2.370	1744
3300	1.785	1512	1.922	1570	2.090	1635	2.265	1703	2.430	1765
3400	1.822	1528	1.978	1593	2.125	1650	2.320	1723	2.485	1785
3500	1.877	1550	2.060	1627	2.230	1689	2.395	1752	2.545	1805
3600	1.905	1562	2.095	1638	2.290	1775	2.430	1765	2.610	1829

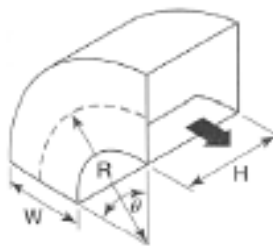
CONDUCTO (mm.)	900		950		1000		1050		1100	
	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø
250										
300										
350										
400										
450										
500										
550										
600										
650										
700										
750										
800										
850										
900	0.783	1002								
950	0.822	1028	0.873	1057						
1000	0.864	1052	0.914	1083	0.972	1114				
1050	0.907	1078	0.963	1708	1.018	1139	1.065	1165		
1100	0.952	1703	1.000	1733	1.054	1165	1.109	1190	1.165	1222
1150	0.990	1727	1.045	1159	1.100	1190	1.155	1215	1.275	1248
1200	1.027	1148	1.092	1780	1.148	1215	1.200	1240	1.265	1275
1250	1.072	1771	1.128	1204	1.200	1240	1.248	1265	1.322	1300
1300	1.118	1798	1.175	1226	1.248	1263	1.302	1290	1.368	1325
1350	1.165	1279	1.220	1248	1.295	1286	1.349	1376	1.420	1350
1400	1.200	1241	1.268	1272	1.340	1308	1.395	1339	1.469	1375
1450	1.238	1260	1.312	1296	1.368	1331	1.450	1363	1.525	1398
1500	1.275	1280	1.350	1318	1.435	1355	1.495	1388	1.570	1478
1600	1.358	1321	1.432	1356	1.525	1398	1.597	1432	1.570	1467
1700	1.441	1359	1.525	1396	1.616	1438	1.690	1473	1.782	1577
1800	1.515	1395	1.608	1435	1.692	1475	1.792	1515	1.975	1552
1900	1.599	1430	1.692	1470	1.785	1511	1.885	1555	1.975	1592
2000	1.673	1462	1.775	1505	1.875	1599	1.975	1592	2.070	1630
2100	1.748	1496	1.858	1542	1.960	1584	2.070	1629	2.170	1670
2200	1.821	1528	1.932	1575	2.042	1678	2.150	1660	2.260	1702
2300	1.895	1557	2.015	1604	2.128	1650	2.245	1698	2.365	1740
2400	1.950	1580	2.095	1639	2.220	1682	2.330	1727	2.470	1778
2500	1.998	1600	2.166	1664	2.293	1715	2.405	1755	2.505	1790
2600	2.095	1639	2.228	1690	2.365	1740	2.505	1790	2.625	1832
2700	2.170	1669	2.293	1715	2.450	1770	2.590	1821	2.725	1870
2800	2.265	1702	2.375	1745	2.505	1790	2.695	1859	2.790	1892
2900	2.295	1775	2.425	1762	2.605	1825	2.775	1885	2.955	1945
3000	2.410	1768	2.515	1794	2.683	1855	2.835	1905	3.020	1968
3100	2.450	1775	2.605	1825	2.735	1881	2.910	1930	3.105	1993
3200	2.525	1800	2.655	1848	2.790	1894	2.970	1952	3.140	2005
3300	2.610	1830	2.765	1880	2.855	1948	3.065	1980	3.220	2030
3400	2.650	1845	2.820	1900	3.015	1964	3.140	2008	3.285	2050
3500	2.715	1868	2.915	1932	3.095	1988	3.260	2045	3.415	2090
3600	2.765	1885	2.955	1948	3.140	2010	3.305	2060	3.490	2115



CONDUCTO (mm.)	1150		1200		1250		1300		1350	
	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø
250										
300										
350										
400										
450										
500										
550										
600										
650										
700										
750										
800										
850										
900										
950										
1000										
1050										
1100										
1150	1.276	1278								
1200	1.320	1302	1.395	1336						
1250	1.378	1327	1.452	1361	1.505	1389				
1300	1.432	1352	1.497	1388	1.570	1418	1.598	1444		
1350	1.496	1378	1.550	1413	1.625	1443	1.690	1469	1.773	1508
1400	1.542	1403	1.605	1435	1.680	1468	1.745	1495	1.810	1523
1450	1.588	1426	1.660	1460	1.735	1495	1.810	1523	1.985	1555
1500	1.645	1457	1.718	1485	1.800	1579	1.875	1550	1.948	1579
1600	1.755	1489	1.828	1531	1.912	1565	1.995	1595	2.070	1630
1700	1.855	1545	1.950	1578	2.025	1609	2.115	1646	2.195	1679
1800	1.975	1591	2.050	1621	2.135	1655	2.235	1692	2.315	1723
1900	2.070	1629	2.160	1668	2.285	1702	2.355	1738	2.440	1769
2000	2.170	1668	2.270	1708	2.374	1745	2.475	1782	2.595	1825
2100	2.280	1708	2.395	1748	2.485	1785	2.595	1825	2.690	1858
2200	2.375	1745	2.485	1785	2.595	1825	2.715	1863	2.825	1900
2300	2.475	1702	2.595	1825	2.705	1862	2.815	1900	2.950	1944
2400	2.550	1805	2.715	1865	2.790	1892	2.935	1940	3.065	1980
2500	2.675	1850	2.790	1891	2.915	1935	3.020	1968	3.120	1998
2600	2.715	1878	2.873	1916	3.020	1968	3.145	2008	3.305	2055
2700	2.830	1900	2.985	1955	3.075	1982	3.260	2045	3.380	2085
2800	2.950	1942	3.060	1982	3.225	2030	3.480	2085	3.510	2120
2900	3.020	1968	3.145	2008	3.315	2060	3.505	2120	3.680	2170
3000	3.105	1992	3.310	2055	3.455	2105	3.635	2155	3.775	2200
3100	3.175	2027	3.370	2075	3.555	2135	3.755	2188	3.835	2275
3200	3.345	2070	3.465	2110	3.620	2144	3.825	2270	3.965	2250
3300	3.405	2090	3.580	2140	3.755	2190	3.935	2248	4.075	2285
3400	3.510	2120	3.665	2165	3.850	2220	4.050	2275	4.140	2305
3500	3.580	2145	3.740	2190	3.915	2235	4.140	2305	4.290	2345
3600	3.695	2175	3.820	2210	4.070	2285	4.220	2325	4.420	2375

CONDUCTO	1400		1450		1500		1600		1700	
(mm.)	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø	S	ø
250										
300										
350										
400										
450										
500										
550										
600										
650										
700										
750										
800										
850										
900										
950										
1000										
1050										
1100										
1150										
1200										
1250										
1300										
1350										
1400	1.894	1555								
1450	1.948	1582	2.030	1612						
1500	2.014	1608	2.075	1634	2.170	1670				
1600	2.145	1658	2.028	1698	2.310	1720	2.470	1780		
1700	2.280	1709	2.355	1735	2.450	1770	2.620	1833	2.790	1890
1800	2.410	1756	2.505	1790	2.590	1823	2.760	1883	2.940	1947
1900	2.540	1802	2.670	1850	2.730	1872	2.920	1934	3.090	1992
2000	2.660	1848	2.780	1885	2.870	1373	3.070	1985	3.250	2043
2100	2.790	1892	2.910	1932	3.000	1960	3.220	2028	3.420	2094
2200	2.930	1938	3.020	1970	3.140	2008	3.350	2073	3.570	2138
2300	3.055	1978	3.155	2070	3.290	2055	3.500	2115	3.730	2785
2400	3.130	2002	3.295	2050	3.420	2100	3.680	2170	3.890	2240
2500	3.280	2050	3.380	2085	3.550	2730	3.810	2210	4.080	2292
2600	3.425	2095	3.555	2735	3.720	2785	3.960	2250	4.270	2335
2700	3.555	2432	3.675	2772	3.850	2225	4.080	2285	4.330	2355
2800	3.675	2770	3.775	2795	3.910	2235	4.180	2315	4.520	2405
2900	3.790	2200	3.920	2240	4.070	2285	4.400	2375	4.730	2455
3000	3.870	2225	4.025	2270	4.200	2320	4.590	2425	4.780	2475
3100	4.000	2265	4.120	2295	4.360	2360	4.600	2427	4.970	2575
3200	4.120	2295	4.330	2350	4.400	2372	4.740	2464	5.120	2555
3300	4.240	2332	4.430	2385	4.580	2422	4.900	2490	5.200	2575
3400	4.375	2370	4.580	2425	4.640	2440	5.070	2536	5.440	2640
3500	4.490	2395	4.640	2443	4.840	2490	5.140	2565	5.570	2675
3600	4.580	2425	4.760	2470	5.000	2530	5.340	2615	5.650	2692

### TABLAS DE COEFICIENTES DE PÉRDIDA EN ACCESORIOS (CONDUCTOS DE AIRE)



$\theta = 90^\circ$

r/W	H/W										
	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	6	8
0,5	1,5	1,40	1,30	1,20	1,10	1,10	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83
0,75	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44
1	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,27	0,21
1,5	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
2	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

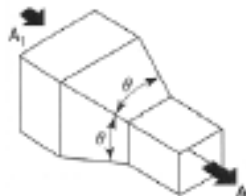
#### Codo rectangular (radio suave)



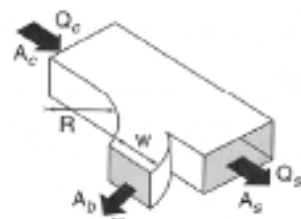
A <sub>1</sub> /A	θ						
	10°	15°-40°	50°-60°	90°	120°	150°	180°
2	0,05	0,05	0,06	0,12	0,18	0,24	0,26
4	0,05	0,04	0,07	0,17	0,27	0,35	0,41
6	0,05	0,04	0,07	0,18	0,28	0,36	0,42
10	0,05	0,05	0,08	0,19	0,29	0,37	0,43

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

( $v_p$  = velocidad en la sección A)



#### Contracciones



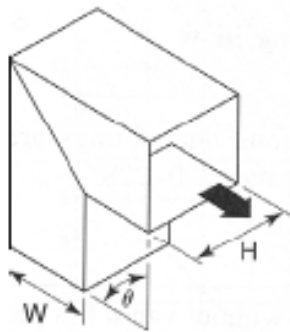
$R/W = 10$

(90°)

A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub> /Q <sub>2</sub>							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,25	0,25	0,55	0,50	0,60	0,85	1,2	1,8	3,1	4,4
0,35	0,25	0,35	0,35	0,50	0,80	1,3	2,0	2,8	3,8
0,50	0,50	0,62	0,48	0,40	0,40	0,48	0,60	0,78	1,1
0,67	0,50	0,52	0,40	0,32	0,30	0,34	0,44	0,62	0,92
1,0	0,50	0,44	0,38	0,38	0,41	0,52	0,68	0,92	1,2
1,0	1,0	0,67	0,55	0,46	0,37	0,32	0,29	0,29	0,30
1,33	1,0	0,70	0,60	0,51	0,42	0,34	0,28	0,26	0,26
2,0	1,0	0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	0,17	0,15	0,17

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

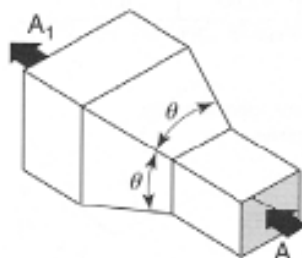
#### C en derivación



$\theta$	$H/W$					
	0,5	0,75	1,0	2,0	3,0	4,0
20	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
30	0,17	0,17	0,16	0,15	0,13	0,13
45	0,37	0,36	0,34	0,31	0,28	0,27
60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,46	0,43
75	0,87	0,84	0,81	0,77	0,67	0,63
90	1,30	1,20	1,20	1,10	0,98	0,92

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

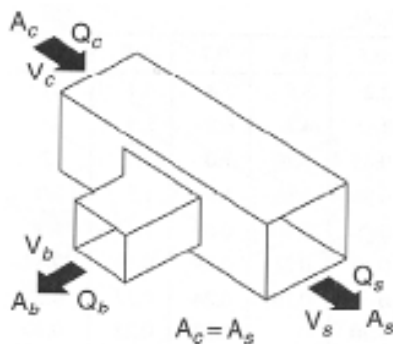
**C en codo rectangular**



$A_1/A$	$\theta$					
	30	45	60	90	120	180
2	0,25	0,29	0,31	0,32	0,33	0,30
4	0,50	0,56	0,61	0,63	0,63	0,63
6	0,58	0,68	0,72	0,76	0,76	0,75
$\geq 10$	0,59	0,70	0,80	0,87	0,85	0,86

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

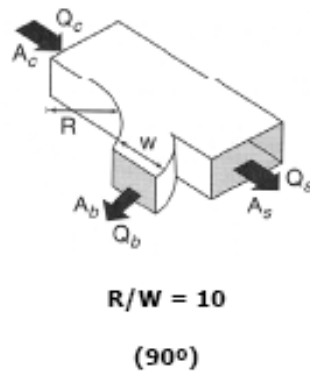
**C en transición rectangular**



$v_b/v_c$	$Q_b/Q_c$							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,2	0,91							
0,4	0,81	0,79						
0,6	0,77	0,72	0,70					
0,8	0,78	0,73	0,69	0,66				
1,0	0,78	0,98	0,85	0,79	0,74			
1,2	0,90	1,11	1,16	1,23	1,03	0,86		
1,4	1,19	1,22	1,26	1,29	1,54	1,25	0,92	
1,6	1,35	1,42	1,55	1,59	1,63	1,50	1,31	1,09

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

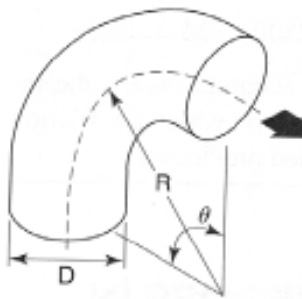
**C en "T" (45°)**



$A_b/A_s$	$A_b/A_c$	$Q_b/Q_c$								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
0,25	0,25	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,13	0,21	0,29	0,38	
0,35	0,25	0,08	0	-0,02	-0,01	0,02	0,08	0,16	0,24	
0,50	0,50	-0,03	-0,06	-0,05	0	0,06	0,12	0,19	0,27	
0,67	0,50	0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,12	0,23	
1,0	0,50	0,72	0,48	0,28	0,13	0,05	0,04	0,09	0,18	
1,0	1,0	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06	0,13	0,22	0,30	
1,33	1,0	0,10	0	0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,10	0,20	
2,0	1,0	0,62	0,38	0,23	0,13	0,08	0,05	0,06	0,10	

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

**C en conducto principal**



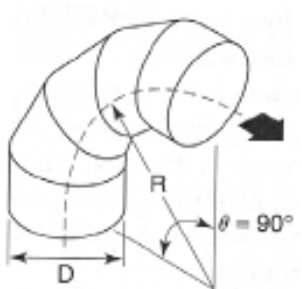
<b>R/D</b>	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
<b>C<sub>0</sub></b>	0,71	0,33	0,22	0,15	0,13	0,12

$\theta$	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
<b>K</b>	0	0,31	0,45	0,60	0,70	0,85	1,0	1,13	1,20	1,28	1,40

$$C = C_0 K$$

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

**C en codo suave circular**

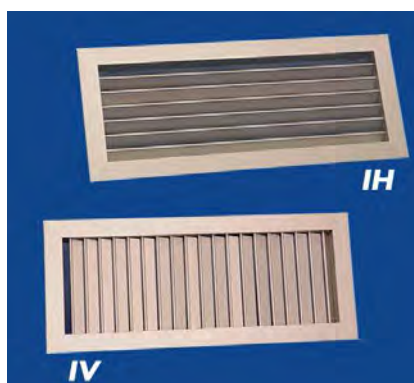


<b>Piezas</b>	<b>R/D</b>				
	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
5	-	0,46	0,33	0,24	0,19
4	-	0,50	0,37	0,27	0,24
3	0,98	0,54	0,42	0,34	0,33

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

**C en codo varias piezas**

## 12.11 REJILLAS DE IMPULSIÓN



L x H		200 x 100	300 x 100 200 x 150	400 x 100 200 x 200	300 x 150 500 x 100	600 x 100 400 x 150 300 x 200	500 x 150 800 x 100	400 x 200	600 x 150 300 x 300 1000 x 100	500 x 200 1200 x 200
Q	Ak	0,012 m²	0,018 m²	0,024 m²	0,029 m²	0,037 m²	0,050 m²	0,054 m²	0,060 m²	0,068 m²
100 m³/h	Vk	2,4 m/s								
	ΔP	6 Pa								
	LwA	< 20 dB(A)								
	X <sub>0,5</sub>	3,6 m								
150 m³/h	Vk	3,6 m/s	2,3 m/s							
	ΔP	13 Pa	5 Pa							
	LwA	< 20 dB(A)	< 20 dB(A)							
	X <sub>0,5</sub>	5,4 m	4,3 m							
200 m³/h	Vk	4,8 m/s	3,1 m/s	2,3 m/s						
	ΔP	23 Pa	9 Pa	5 Pa						
	LwA	23 dB(A)	< 20 dB(A)	< 20 dB(A)						
	X <sub>0,5</sub>	7,2 m	5,8 m	5,0 m						
300 m³/h	Vk	7,2 m/s	4,6 m/s	3,4 m/s	2,9 m/s					
	ΔP	51 Pa	21 Pa	12 Pa	8 Pa					
	LwA	35 dB(A)	24 dB(A)	< 20 dB(A)	< 20 dB(A)					
	X <sub>0,5</sub>	10,8 m	8,7 m	7,5 m	6,8 m					
400 m³/h	Vk	9,5 m/s	6,2 m/s	4,5 m/s	3,8 m/s	3,0 m/s				
	ΔP	91 Pa	38 Pa	21 Pa	15 Pa	9 Pa				
	LwA	42 dB(A)	32 dB(A)	25 dB(A)	21 dB(A)	< 20 dB(A)				
	X <sub>0,5</sub>	14,4 m	11,6 m	9,9 m	9,1 m	8,1 m				
500 m³/h	Vk	11,9 m/s	7,7 m/s	5,7 m/s	4,8 m/s	3,7 m/s	2,8 m/s	2,6 m/s		
	ΔP	142 Pa	59 Pa	32 Pa	23 Pa	14 Pa	8 Pa	7 Pa		
	LwA	48 dB(A)	38 dB(A)	31 dB(A)	27 dB(A)	22 dB(A)	< 20 dB(A)	< 20 dB(A)		
	X <sub>0,5</sub>	18,0 m	14,5 m	12,4 m	11,4 m	10,1 m	8,7 m	8,3 m		
600 m³/h	Vk	14,3 m/s	9,2 m/s	6,8 m/s	5,7 m/s	4,5 m/s	3,4 m/s	3,1 m/s	2,8 m/s	
	ΔP	205 Pa	85 Pa	46 Pa	33 Pa	20 Pa	11 Pa	9 Pa	8 Pa	
	LwA	53 dB(A)	43 dB(A)	36 dB(A)	32 dB(A)	27 dB(A)	20 dB(A)	< 20 dB(A)	< 20 dB(A)	
	X <sub>0,5</sub>	21,6 m	17,4 m	14,9 m	13,7 m	12,1 m	10,5 m	10,0 m	9,5 m	
800 m³/h	Vk		12,3 m/s	9,1 m/s	7,6 m/s	6,0 m/s	4,5 m/s	4,1 m/s	3,7 m/s	3,2 m/s
	ΔP		152 Pa	83 Pa	59 Pa	36 Pa	20 Pa	17 Pa	14 Pa	11 Pa
	LwA		51 dB(A)	44 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)	28 dB(A)	26 dB(A)	24 dB(A)	21 dB(A)
	X <sub>0,5</sub>		23,2 m	19,9 m	18,3 m	16,1 m	14,0 m	13,4 m	12,7 m	11,9 m
1.000 m³/h	Vk			11,4 m/s	9,6 m/s	7,5 m/s	5,6 m/s	5,1 m/s	4,6 m/s	4,1 m/s
	ΔP			129 Pa	91 Pa	56 Pa	31 Pa	26 Pa	21 Pa	16 Pa
	LwA			50 dB(A)	46 dB(A)	41 dB(A)	34 dB(A)	32 dB(A)	30 dB(A)	27 dB(A)
	X <sub>0,5</sub>			24,9 m	22,8 m	20,2 m	17,5 m	16,7 m	15,9 m	14,9 m

## 12.12 DIFUSORES DE IMPULSIÓN

Nominal		6"	9"	12"	15"
Q	Ak	0,013 m²	0,028 m²	0,048 m²	0,074 m²
150 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	3,2 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 0,9 m			
200 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	4,3 m/s 14 Pa 24 dB(A) 1,2 m	2,0 m/s 3 Pa < 20 dB(A) 0,8 m		
250 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	5,4 m/s 22 Pa 31 dB(A) 1,5 m	2,5 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 1,0 m		
300 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	6,5 m/s 32 Pa 37 dB(A) 1,8 m	3,0 m/s 7 Pa < 20 dB(A) 1,2 m		
400 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	8,7 m/s 56 Pa 47 dB(A) 2,4 m	4,0 m/s 12 Pa 26 dB(A) 1,6 m	2,3 m/s 4 Pa < 20 dB(A) 1,2 m	
500 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35	10,8 m/s 88 Pa 54 dB(A) 2,9 m	5,0 m/s 19 Pa 33 dB(A) 2,0 m	2,9 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 1,5 m	
600 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35		6,0 m/s 27 Pa 39 dB(A) 2,4 m	3,5 m/s 9 Pa 25 dB(A) 1,8 m	2,2 m/s 4 Pa < 20 dB(A) 1,5 m
800 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35		8,0 m/s 48 Pa 49 dB(A) 3,2 m	4,6 m/s 16 Pa 34 dB(A) 2,4 m	3,0 m/s 7 Pa 22 dB(A) 2,0 m
1.000 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35			5,8 m/s 25 Pa 41 dB(A) 3,0 m	3,7 m/s 10 Pa 30 dB(A) 2,4 m
1.500 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35			8,6 m/s 56 Pa 54 dB(A) 4,6 m	5,6 m/s 24 Pa 43 dB(A) 3,7 m
2.000 m³/h	Vk ΔP LwA A <sub>L</sub> 0,35				7,5 m/s 42 Pa 52 dB(A) 4,9 m

< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
> 45 dB(A)

## 12.13 REJILLAS DE EXTRACCIÓN

L x H		200 x 100	300 x 100 200 x 150	400 x 100 200 x 200	300 x 150	600 x 100 400 x 150 300 x 200	500 x 150	400 x 200	600 x 150 300 x 300	800 x 150 600 x 200 400 x 300	1200 x 150 900 x 200 600 x 300
Q	A <sub>k</sub>	0,008 m²	0,012 m²	0,017 m²	0,020 m²	0,026 m²	0,034 m²	0,038 m²	0,041 m²	0,056 m²	0,084 m²
100 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>	3,4 m/s 5 Pa 18 dB(A)	2,2 m/s 2 Pa < 10 dB(A)	1,6 m/s 1 Pa < 10 dB(A)	1,4 m/s 1 Pa < 10 dB(A)						
150 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>	5,2 m/s 11 Pa 29 dB(A)	3,9 m/s 4 Pa 19 dB(A)	2,5 m/s 2 Pa 13 dB(A)	2,1 m/s 2 Pa < 10 dB(A)	1,6 m/s 1 Pa < 10 dB(A)					
200 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>	6,9 m/s 19 Pa 36 dB(A)	4,4 m/s 8 Pa 27 dB(A)	3,3 m/s 4 Pa 20 dB(A)	2,8 m/s 3 Pa 17 dB(A)	2,2 m/s 2 Pa 11 dB(A)	1,6 m/s 1 Pa < 10 dB(A)				
300 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>	10,3 m/s 43 Pa 47 dB(A)	6,7 m/s 18 Pa 37 dB(A)	4,9 m/s 10 Pa 31 dB(A)	4,1 m/s 7 Pa 27 dB(A)	3,2 m/s 4 Pa 22 dB(A)	2,4 m/s 2 Pa 15 dB(A)	2,2 m/s 2 Pa 14 dB(A)			
400 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>	13,8 m/s 76 Pa 54 dB(A)	8,9 m/s 32 Pa 45 dB(A)	6,6 m/s 17 Pa 38 dB(A)	5,5 m/s 12 Pa 35 dB(A)	4,3 m/s 7 Pa 29 dB(A)	3,2 m/s 4 Pa 23 dB(A)	3,0 m/s 4 Pa 21 dB(A)	2,7 m/s 3 Pa 19 dB(A)	2,0 m/s 2 Pa 12 dB(A)	
500 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>		11,1 m/s 49 Pa 51 dB(A)	8,2 m/s 27 Pa 44 dB(A)	6,9 m/s 19 Pa 40 dB(A)	5,4 m/s 12 Pa 35 dB(A)	4,0 m/s 7 Pa 29 dB(A)	3,7 m/s 5 Pa 27 dB(A)	3,3 m/s 4 Pa 25 dB(A)	2,5 m/s 2 Pa 18 dB(A)	
600 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>			9,9 m/s 39 Pa 49 dB(A)	8,3 m/s 27 Pa 45 dB(A)	6,5 m/s 17 Pa 40 dB(A)	4,9 m/s 9 Pa 34 dB(A)	4,4 m/s 8 Pa 32 dB(A)	4,0 m/s 6 Pa 29 dB(A)	3,0 m/s 4 Pa 23 dB(A)	2,0 m/s 2 Pa 14 dB(A)
700 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>				9,7 m/s 37 Pa 49 dB(A)	7,5 m/s 23 Pa 44 dB(A)	5,7 m/s 13 Pa 38 dB(A)	5,2 m/s 11 Pa 36 dB(A)	4,7 m/s 9 Pa 33 dB(A)	3,5 m/s 5 Pa 27 dB(A)	2,3 m/s 2 Pa 18 dB(A)
800 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>				11,1 m/s 49 Pa 53 dB(A)	8,6 m/s 30 Pa 47 dB(A)	6,5 m/s 17 Pa 41 dB(A)	5,9 m/s 14 Pa 39 dB(A)	5,4 m/s 11 Pa 37 dB(A)	4,0 m/s 6 Pa 30 dB(A)	2,6 m/s 3 Pa 22 dB(A)
900 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>					9,7 m/s 38 Pa 50 dB(A)	7,3 m/s 21 Pa 44 dB(A)	6,7 m/s 18 Pa 42 dB(A)	6,0 m/s 15 Pa 40 dB(A)	4,5 m/s 8 Pa 34 dB(A)	3,0 m/s 4 Pa 25 dB(A)
1.000 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>						8,1 m/s 26 Pa 47 dB(A)	7,4 m/s 22 Pa 45 dB(A)	6,7 m/s 18 Pa 43 dB(A)	5,0 m/s 10 Pa 36 dB(A)	3,3 m/s 4 Pa 27 dB(A)
1.500 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>							11,1 m/s 49 Pa 55 dB(A)	10,0 m/s 40 Pa 53 dB(A)	7,5 m/s 22 Pa 47 dB(A)	4,9 m/s 10 Pa 38 dB(A)
2.000 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>									10,0 m/s 40 Pa 54 dB(A)	6,6 m/s 17 Pa 45 dB(A)
3.000 m³/h	V <sub>k</sub> ΔP L <sub>WA</sub>										9,9 m/s 39 Pa 56 dB(A)

Q	Caudal (m³/h)	Airflow (m³/h)	Débit (m³/h)
ΔP	Pérdida de presión (Pa)	Pressure loss (Pa)	Perle de charge (Pa)
L <sub>WA</sub> (A)	Potencia sonora (dB(A))	Sound power level (dB(A))	Puissance sonore (dB(A))
V <sub>k</sub>	Velocidad efectiva (m/sg)	Effective velocity (m/sg)	Vitesse effective (m/sg)
A <sub>k</sub>	Área efectiva (m²)	Effective area (m²)	Aire effective (m²)

< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
> 45 dB(A)



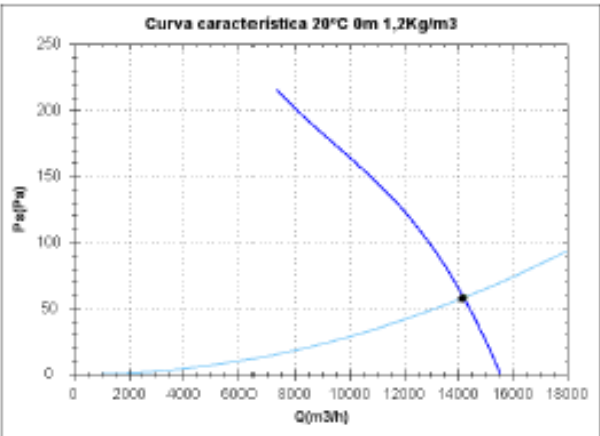
12.14 VENTILADORES

12.14.1 VENTILADOR IMPULSIÓN LOCALES



BOX HBF 56 T4 1,5kW

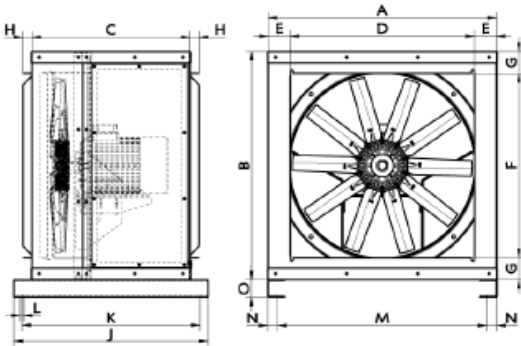
Curva característica



Punto de diseño	
Q(m³/h)	14120
Ps(Pa)	58
Punto de servicio	
Rpm turbina	1410
Temp. max (°C)	60
Q(m³/h)	14186,08
Ps(Pa)	58,54
Pd (Pa)	153,54
Pt(Pa)	212,08
Vel. aire(m/s)	16,00
SWL dB(A)	82 (INLET )
SPL dB(A)	87 (INLET )
Distancia(m)	1,68

Datos técnicos

Turbina rpm	1410	Potencia(kW)	1,5
Motor rpm		Imax 230V(A)	6,07
Peso aprox.(kg)	86	Imax 400V(A)	3,51
Caudal máximo(m³/h)	15600	Imax 690V(A)	-



Dimensiones (mm)										
A=781,5	B=781,5	C=642	D=630	E=76	F=630	G=76	H=30	J=665	K=610	L=11
N=33,5	O=68,5									M=718,3



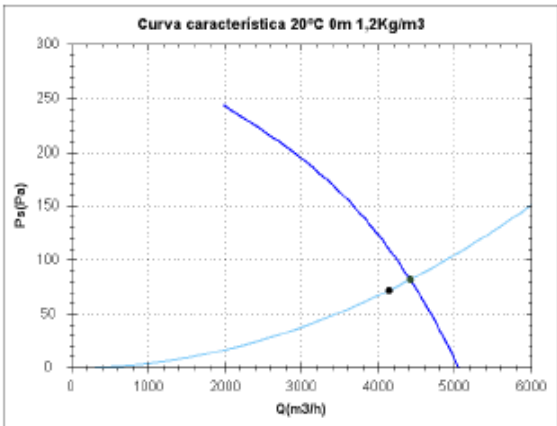
12.14.2 VENTILADOR RETORNO LOCALES

HH 35 T2 0,55kW

Datos generales de la serie H



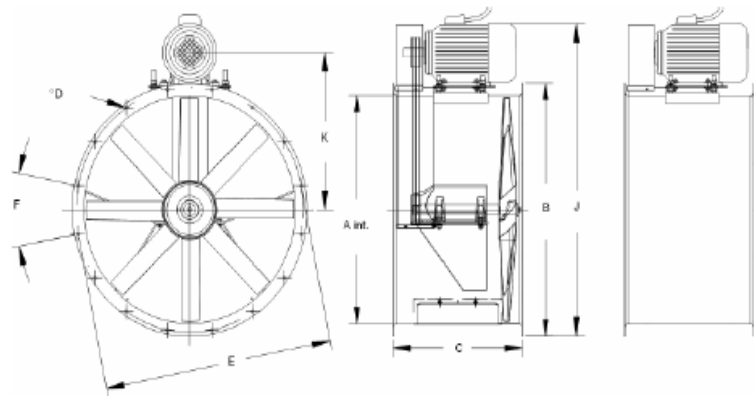
Curva característica



Punto de diseño	
Q(m3/h)	4140
Ps(Pa)	72
Punto de servicio	
Rpm turbina	2800
Temp. max.(°C)	110
Q(m3/h)	4416,29
Ps(Pa)	81,93
Pd (Pa)	87,13
Pt(Pa)	169,06
Vel. aire(m/s)	12,05
SWL dB(A)	86 (INLET )
SPL dB(A)	72 (INLET )
Distancia(m)	1,5

Datos técnicos

Turbina rpm	2800	Potencia(kW)	0,55
Motor rpm	2800	Imax 230V(A)	2,33
Peso aprox.(kg)	22	Imax 400V(A)	1,35
Caudal máximo(m3/h)	5040	Imax 690V(A)	-

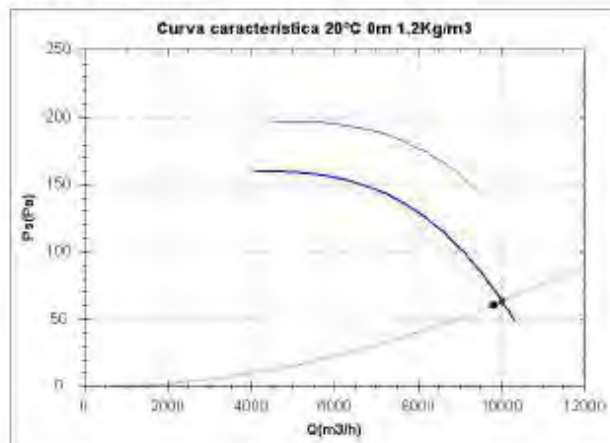


Dimensiones (mm)

A=360	B=420	C=390	D=8	E=395	F=45°	G=22,5	J máx=540	K máx=254
-------	-------	-------	-----	-------	-------	--------	-----------	-----------

## 12.14.3 VENTILADOR IMPULSIÓN HABITACIONES

Curva característica



Punto de diseño

Q(m³/h)	5612
Ps(Pa)	61

Punto de servicio

Rpm turbina	450
Temp. max (°C)	100
Q(m³/h)	10014,31
Ps(Pa)	63,54
Pd (Pa)	60,46
Pt(Pa)	124,02
Vel. aire(m/s)	10,04
SWL dB(A)	61 (INLET)
SPL dB(A)	46 (INLET)
Distancia(m)	1,5

Datos técnicos

Turbina rpm	450
Motor rpm	1500
Peso aprox. (kg)	127
Caudal máximo(m³/h)	9500/10300

Potencia(kW)	1,1
Imax 230V(A)	4,74
Imax 400V(A)	2,75
Imax 690V(A)	-

Los datos de este informe pueden variar sin previo aviso



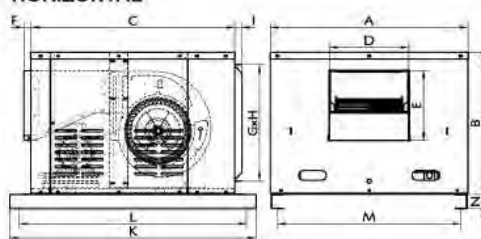
23.05.12



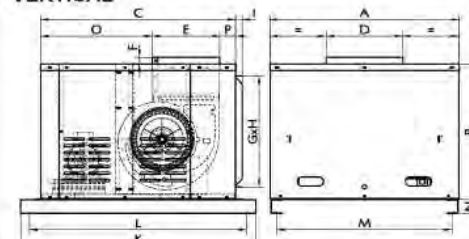
### BVFC 18/18 1,1kW

Esquema de dimensiones

HORIZONTAL



VERTICAL

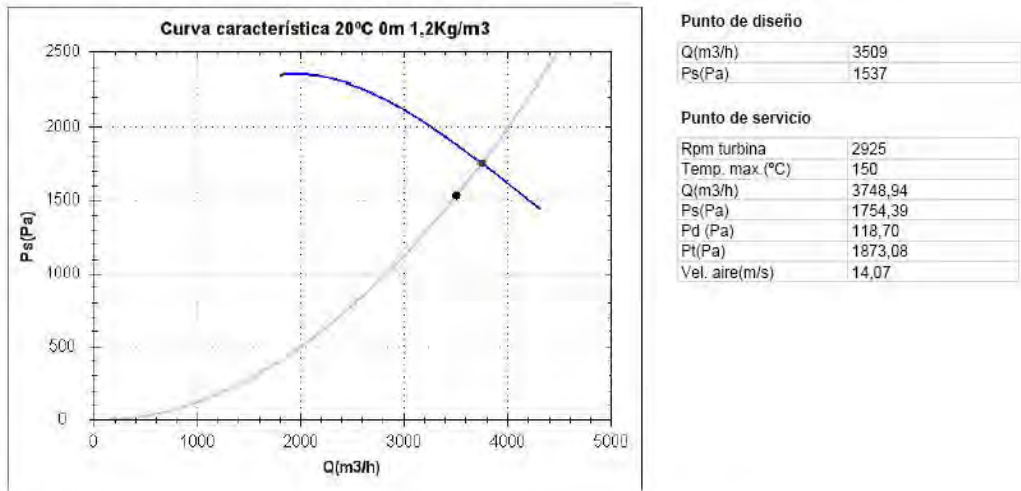


Dimensiones (mm)

A=1271	B=923,5	C=1278,5	D	D vert.=562	E horiz.=486	E vert.=487	F=30	G=1175	H=818	I=29	K=1456
L=1376	M=1211	N=60	O=891,5	P=100,5							

12.14.4 VENTILADOR IMPULSIÓN CLIMATIZADORES

Curva característica



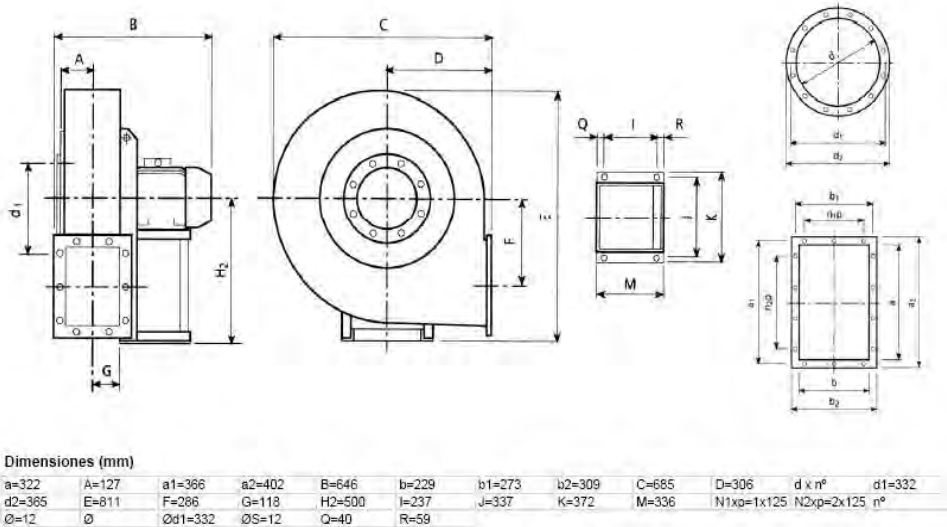
Datos técnicos

Turbina rpm	2925	Potencia(kW)	5,5
Motor rpm		Imax 230V(A)	-
Peso aprox. (kg)	101	Imax 400V(A)	11
Caudal máximo(m3/h)	4320	Imax 690V(A)	6,3

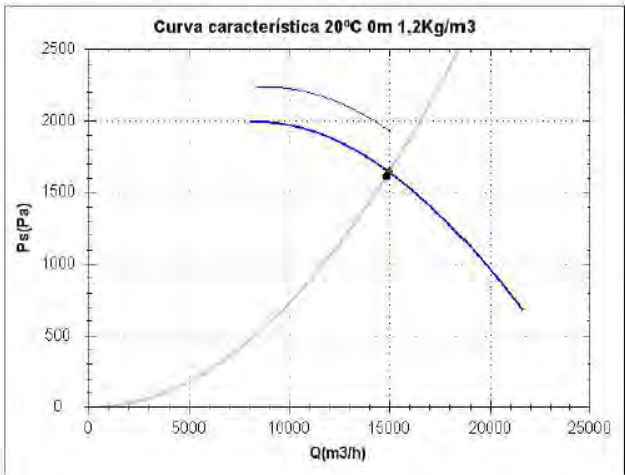


MBZM 401 T2 5,5kW P/R

Esquema de dimensiones



Curva característica



Punto de diseño	
Q(m³/h)	14857
Ps(Pa)	1616

Punto de servicio	
Rpm turbina	Estándar 1700
Temp. max.(°C)	80
Q(m³/h)	14990,99
Ps(Pa)	1645,28
Pd (Pa)	89,33
Pt(Pa)	1734,60
Vel. aire(m/s)	12,20
SWL dB(A)	93 (INDUCT)
SPL dB(A)	78 (INDUCT)
Distancia(m)	1,5

Datos técnicos

Turbina rpm	Estándar 1700
Motor rpm	1460
Peso aprox. (kg)	339
Caudal máximo(m³/h)	15000/21630

Potencia(kW)	11
Imax 230V(A)	-
Imax 400V(A)	20,9
Imax 690V(A)	12,02

Los datos de éste informe pueden variar sin previo aviso

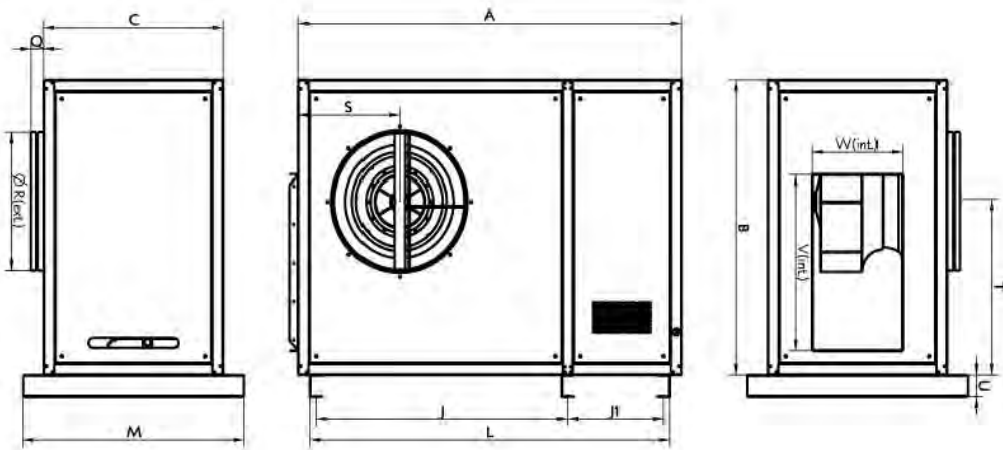


v3.0.5.2



BOX BSTB 630 11kW

Esquema de dimensiones

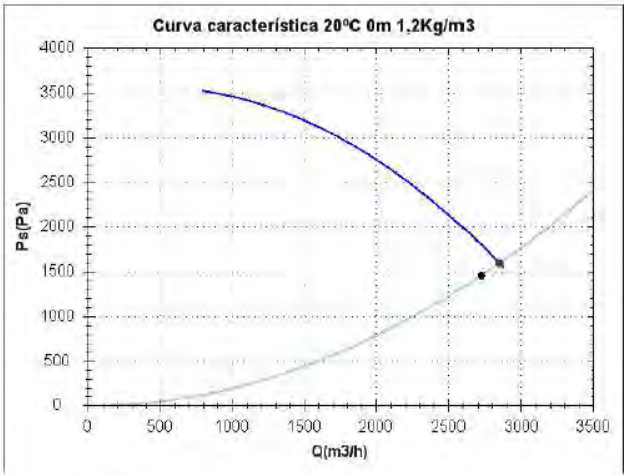


Dimensiones (mm)

A=1821,5	B=1343	C=851	J=1197	J1=451	L=1708	M=1049	ØR=628	Q=60	S=537	T=682	U=100
V=801	W=426										



Curva característica



Punto de diseño	
Q(m³/h)	2721
Ps(Pa)	1459

Punto de servicio	
Rpm turbina	2920
Temp. max. (°C)	150
Q(m³/h)	2847,97
Ps(Pa)	1598,34
Pd (Pa)	637,25
Pt(Pa)	2235,59
Vel. aire(m/s)	32,60
SWL dB(A)	97 (INLET )
SPL dB(A)	82 (INLET )
Distancia(m)	1,5

Datos técnicos

Turbina rpm	2920
Motor rpm	2890
Peso aprox. (kg)	80
Caudal máximo(m³/h)	2880

Potencia(kW)	4
Imax 230V(A)	14,2
Imax 400V(A)	8,2
Imax 690V(A)	-

Los datos de este informe pueden variar sin previo aviso

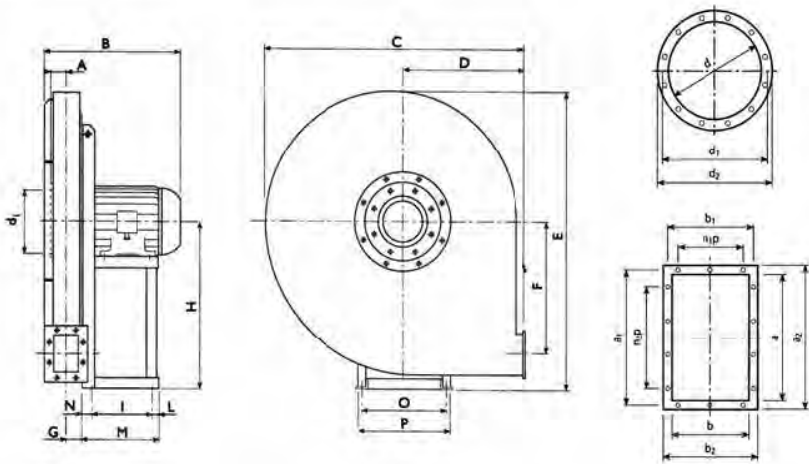


v3.0.5.2



AAVM/N 450 T2 4kW

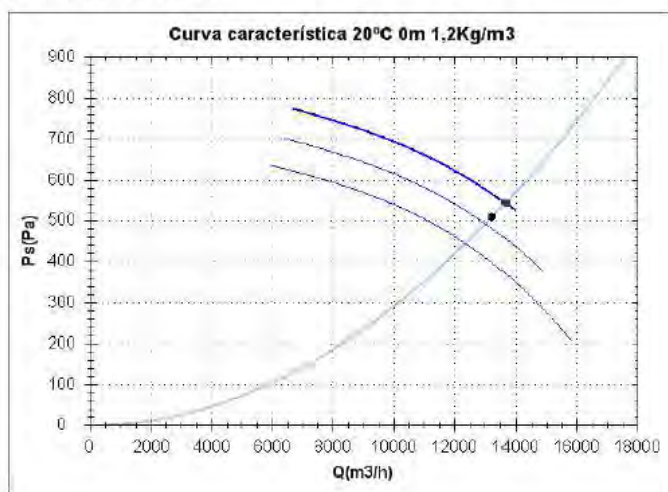
Esquema de dimensiones



Dimensiones (mm)												
A=78	a=185	a1=219	a2=255	B=503	b=131	b1=165	b2=201	C=675	D=300	d=228	d1=265	
d2=298	E=713	F=265	G=70	H=400	I=197	L=49	M=276	N=30	n2xp=1x112	n°=8	N°=6	
O=289	Ø=12	Ød=8	Ød1=265	P=324								

## 12.14.5 VENTILADOR RETORNO CLIMATIZADORES

### Curva característica



#### Punto de diseño

Q(m³/h)	13220
Ps(Pa)	510

#### Punto de servicio

Rpm turbina	1050
Temp. max.(°C)	60
Q(m³/h)	13650,70
Ps(Pa)	543,77
Pd (Pa)	102,43
Pt(Pa)	646,21
Vel. aire(m/s)	13,07
SWL dB(A)	84 (INLET )
SPL dB(A)	70 (INLET )
Distancia(m)	1,5

### Datos técnicos

Turbina rpm	1050
Motor rpm	1440
Peso aprox. (kg)	154,5
Caudal máximo(m³/h)	13980/15800

Potencia(kW)	5,5
Imax 230V(A)	-
Imax 400V(A)	12
Imax 690V(A)	6,9

Los datos de este informe pueden variar sin previo aviso

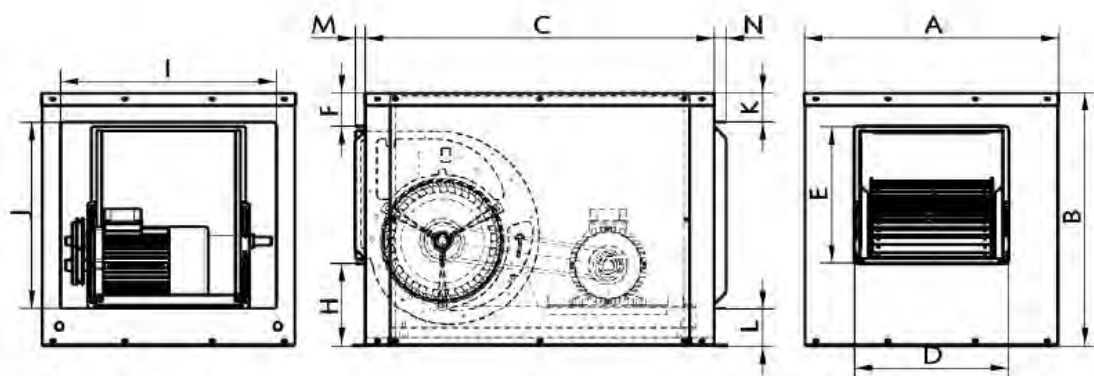


v3 0.5.2



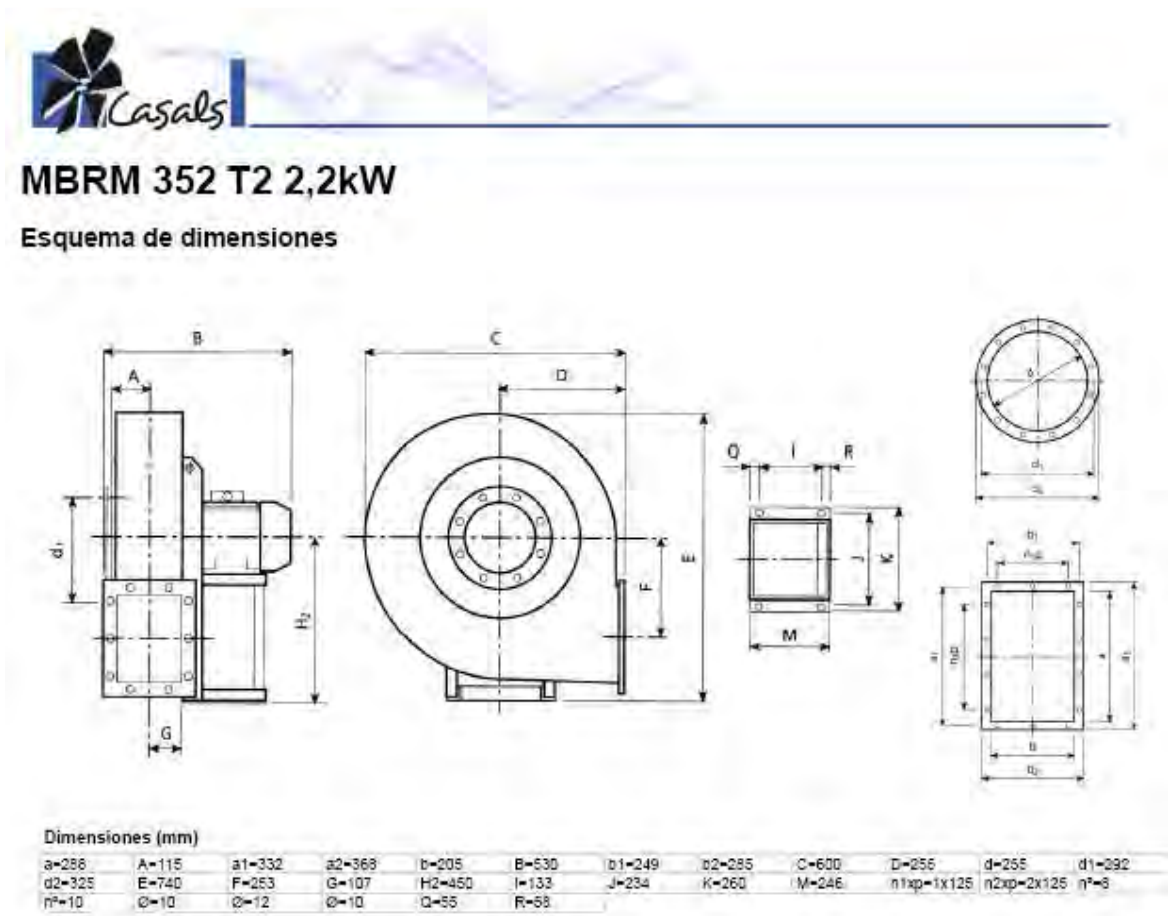
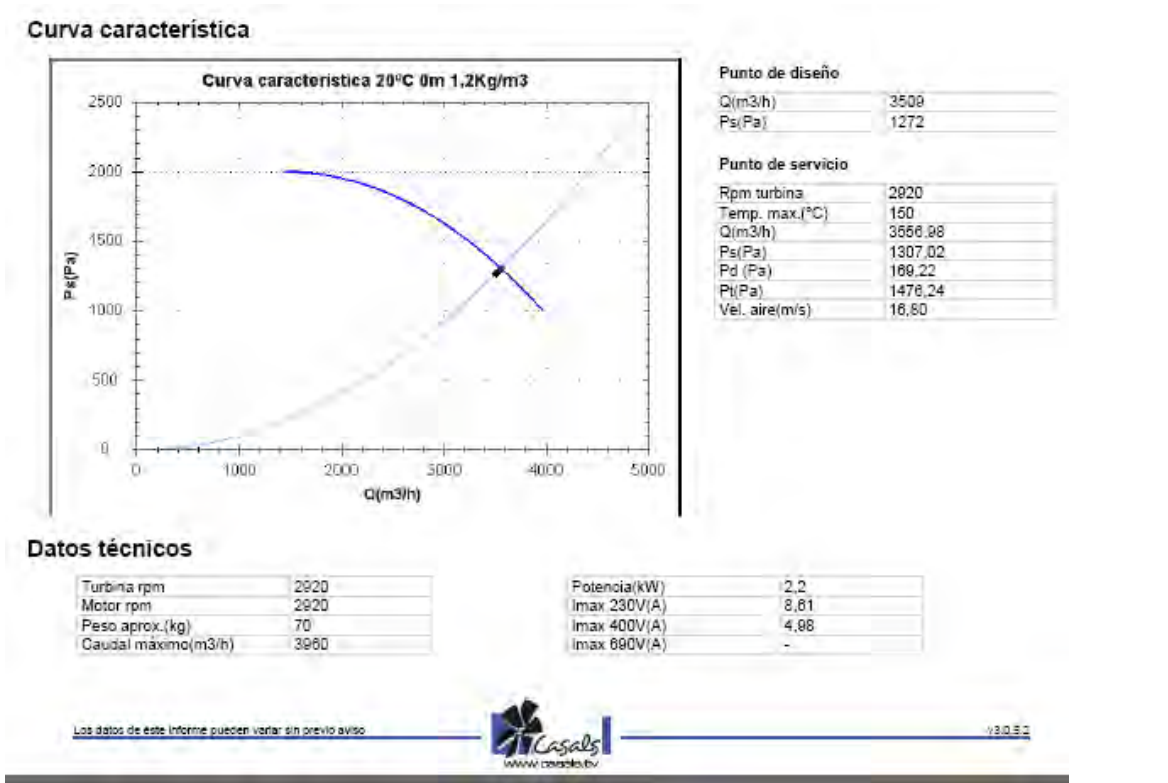
## BOX BV 18/18 5,5kW

### Esquema de dimensiones



#### Dimensiones (mm)

A=885	B=685	C=1168	D=576	E=502	F=98	H=285	I=750	J=750	K=57	L=76,25	M=23
N=27											





## 12.15 EXTRACTORES

### 12.15.1 BAÑOS DE LAS HABITACIONES

Se utilizarán 2 extractores, modelo HMTE 35 de la marca CASALS con capacidad de 2610 m<sup>3</sup>/h.



### 12.15.2 ASEOS GIMNASIO Y COCINA-ASEOS RESTAURANTE-LAVANDERÍA

#### ASEOS GIMNASIO

Modelo CVT 200- 4T de la marca SODECA con capacidad de 1450 m<sup>3</sup>/h.



#### COCINA-ASEOS RESTAURANTE-LAVANDERÍA

Modelo CVT 200- 4T de la marca SODECA con capacidad de 4950 m<sup>3</sup>/h.

Modelo			Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)		Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /h)	Nivel sonoro dB(A)		Peso aprox. (Kg)
				230V	400V			Aspiración	Descarga	
CHT	CVT	200-4T	1350	1,45	0,84	0,25	1450	37	43	25
CHT	CVT	200-4M	1380	0,65		0,25	1450	37	43	25
CHT	CVT	225-4T	1350	1,45	0,84	0,25	2100	41	47	25
CHT	CVT	225-4M	1380	0,95		0,25	2100	41	47	25
CHT	CVT	225-6T	900	1,51	0,87	0,25	1400	30	36	26
CHT	CVT	225-6M	890	0,50		0,25	1400	30	36	26
CHT	CVT	250-4T	1350	1,45	0,84	0,25	3100	45	50	34
CHT	CVT	250-4M	1380	1,35		0,25	3100	45	50	34
CHT	CVT	250-6T	900	1,51	0,87	0,25	2000	33	40	35
CHT	CVT	250-6M	890	0,65		0,25	2000	33	40	35
CHT	CVT	315-4T	1370	2,74	1,58	0,55	4950	48	54	39
CHT	CVT	315-4/8T	1435 / 715		1,60 / 0,60	0,55 / 0,09	4950 / 2475	48 / 33	54 / 39	40

Tabla. 12-1 Características técnicas extractores SODECA

### 12.15.3 EXTRACCIÓN CUARTO DE BASURAS



Modelo CA-ROOF 125 de la marca SODECA.

#### Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máx. admisible(A) 220-240V	Potencia (W)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel sonoro irradiado* dB(A)	Peso (Kg)
CA/ROOF 125	2300	0,34	75	350	54	5
CA/ROOF 150	2370	0,34	80	450	56,5	7
CA/ROOF 160	2650	0,68	150	750	64	8,8
CA/ROOF 200	2700	0,69	160	850	63	8
CA/ROOF 250	2430	0,80	180	1180	61,5	9,9
CA/ROOF 315	2480	1,10	250	1600	64,5	11

\*Nivel de Presión Sonora irradiado a 3 m en campo libre

## 12.16 COLECTORES SOLARES

En la siguiente tabla se muestran las características del captador utilizado:

<b>Modelo de colector:</b>	Junker FKT-1S
<b>Factor de eficiencia del colector:</b>	0,811
<b>Area Util del Colector (m<sup>2</sup>):</b>	2,23
<b>Area Total del Colector (m<sup>2</sup>):</b>	2,37
<b>Alto (m):</b>	2,07
<b>Largo (m):</b>	1,14

<b>Número de colectores:</b>	75
<b>Area colectores (m<sup>2</sup>):</b>	167,25
<b>Inclinación (°):</b>	35
<b>Orientación (°):</b>	0
<b>Posición de los colectores:</b>	Vertical
<b>Volumen de acumulación total (L):</b>	1,43

<b>Distancia entre colectores (m):</b>	4,5
<b>Caudal total circuito primario (l/h):</b>	8362,5
<b>Caudal total circuito secundario (l/h):</b>	9218

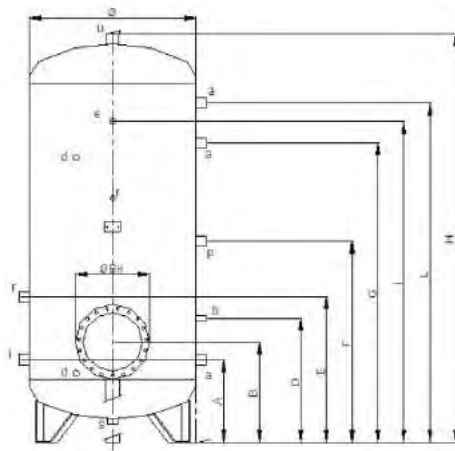
<b>Calor específico fluido primario (KJ/(Kg·°K)):</b>	3,97
<b>Calor específico fluido secundario (Kcal/(Kg·°C)):</b>	1
<b>Vaso de expansión:</b>	10%
<b>Potencia Mínima de Intercambio (W):</b>	100.035

<b>Coeficiente global de pérdida (W/(m<sup>2</sup>·°C)):</b>	3,65
--	------

## 12.17 ACUMULADOR VERTICAL



### ACUMULADORES VERTICALES PARA INTERCAMBIADOR EXTERNO ACUMULADORES 1.500-10.000 L.



- a Entrada / salida intercambiador externo-Ánodo de magnesio
- b Termostato/Sensor de temperatura
- d f Entrada ánodo electrónico
- e Termómetro
- g Entrada auxiliar
- i Entrada agua fría
- p Entrada auxiliar
- u Salida agua caliente
- r Recirculación
- s Descarga

DIMENSIONES (mm)	1500 l	2000 l	2500 l	3000 l	4000 l	5000 l	6000 l	7000 l	8000 l	10000 l
Φ	1100	1300	1400	1500	1700	1900	1900	1900	2100	2100
H	2195	2195	2230	2370	2370	2370	2760	3120	3080	3880
A	505	545	585	570	575	630	630	630	690	690
B	655	700	725	745	750	770	770	770	830	830
D	655	700	725	720	725	770	770	770	830	830
E	805	845	915	870	875	1010	1010	1010	1070	1070
F	1105	1145	1015	1170	1175	1225	1225	1225	1290	1290
G	1445	1385	1455	1410	1415	1470	1860	2310	2020	2820
I	1825	1560	1710	1625	1770	1860	2250	2700	2290	3090
L	1825	1760	1790	1910	1880	1860	2250	2700	2510	3310
Φ BH	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
a, r, s, p	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"
b, e	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
d	-	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
f	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
i, u	2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"	3"	4"	4"	4"	4"
nº an/el	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

## 12.18 INTERCAMBIADOR DE PLACAS

### MUELLER ACCU-THERM PLATE HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

PMC PMC Spec. No.: 176578-01.01  
Ref No.:

Sales Manager:  
Date:

/TB  
Monday, September 16, 2013

Design Data	Hot Side	Cold Side	
Heat Transfer Media:	PRIMARIO	SECUNDARIO	
Volume Flow Rate:	8.36	7.86	M3/HR
Mass Flow Rate:	8289.3	7860.0	KG/HR
Inlet Temperature:	80.0	54.3	°C
Outlet Temperature:	69.3	65.0	°C
Density:	991.30	1000.00	KG/M3
Specific Heat:	3.973	4.183	KJ/KG C
Viscosity:	0.79	0.46	PA S10-3
Thermal Conductivity:	0.460	0.580	W/M °C
Pressure Drop:	27.53	26.41	KPA
Operating Pressure:	50.0	50.0	KPA G
Heat Transfer Rate:		97991	W
Log Mean Temperature Difference:		15.0	°C
Operating U-Value		3154	W/M2 C
Heat Transfer Area (All Frames):		2.1	M2

Mechanical Description		Plate	
Frame	LC-150 Carbon Steel	Type	AT10 F
Type	ASME Section VIII, DIV. 1	Plate Material	0.50 MM 316 S/S SA-240
Design Code	517 KPA G	Plates/Frame	20
Design Pressure	82 °C / -17.8°C	Passes-H/C	1/1
Design Temp. Max/Min	672 KPA G	Channels-H/C	10/9
Test Pressure	1/ 1/ 1	Gasket Material	NBR
Frames In Parallel/Series/Total	62.42/ 64.36 MM		
A-Dim. Min./Max.	362 MM	Connections	Location
Overall Length	279 MM	Hot In	2.00 Inch 316L S/S TOE 1F
Overall Width	924 MM	Hot Out	2.00 Inch 316L S/S TOE 4F
Overall Height	343 MM / 64 plates	Cold In	2.00 Inch 316L S/S TOE 3F
Guide Bar Length/Capacity	305 MM / 51 plates	Cold Out	2.00 Inch 316L S/S TOE 2F
Compression Bolt Length/Capacity	136/129 KG		
Weight Operating/Empty			



## 12.19 ACS DEPÓSITO



**SALVADOR ESCODA S.A.**  
www.salvadorescoda.com

Provença, 392 pl. 1 y 2  
08005 BARCELONA  
Tel. 93 448 27 80  
Fax 93 438 90 22

**TARIFA DE PRECIOS**

I.V.A. NO INCLUIDO. CONSULTE POSIBLES ACTUALIZACIONES

### 01 DEPÓSITOS DE GRAN CAPACIDAD VITRIFICADOS

garantía  
**5 años**

**PORTES  
DEBIDOS  
VER TABLA  
PAG. 186**



**Mod. IMV...-RB**

A- Boca de hombre DN400  
B- Depósito acumulador ACS  
C- Forro externo (opcional)  
D- Cubierta superior (opcional)  
E- Aislamiento térmico  
F- Cálculo para transporte

### IDROGAS

Nueva serie de depósitos acumuladores de gran capacidad, para instalaciones de ACS IDROGAS. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753. Con capacidades de 1.500 a 5.000 litros, todos los depósitos acumuladores de la nueva serie IDROGAS van aislados con 80 mm de espesor de espuma rígida de poliuretano de densidad optimizada y libre de CFC, inyectada en molde, lo que hace que una de las características de la nueva serie sea su gran capacidad de acumulación. Con boca lateral DN 400.

Todos los modelos disponen de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas e incorporan de serie la protección catódica permanente CORREX UP.

*\* En el acumulador IDROGAS con aislamiento de poliuretano rígido, el forro es siempre opcional ya que no es necesario para su perfecto funcionamiento y prestaciones, cumple exclusivamente una función estética. Al contrario que los acumuladores del mercado con aislamiento flexible en los que el forro de plástico es imprescindible al llevar incorporado el aislamiento.*

**Modelo RB**  
Depósito acumulador, sin sistema de intercambiador de serpentines, destinado a funciones de acumulación de ACS, mediante una producción externa, p.e. intercambiador de placas.

Código	Artículo	€
<b>DEPÓSITO ACUMULADOR SERIE IMV-RB</b>		
CC 01 801	IMVV 1500 RB	5.180,00
CC 01 802	IMVV 2000 RB	5.258,00
CC 01 803	IMVV 2500 RB	4.081,00
CC 01 804	IMVV 3000 RB	4.451,00
CC 01 805	IMVV 3500 RB	5.065,00
CC 01 806	IMVV 4000 RB	5.387,00
CC 01 807	IMVV 5000 RB	6.553,00

**Sistema de protección catódica "Correx up"**

Equipo de protección catódica, libre de mantenimiento, compuesto por ánodo permanente, potencióstato regulador, cableado e instrucciones de conexión y montaje.

Sistema incorporado de serie en los modelos vitrificados.



MODELO RB - DATOS TÉCNICOS		Ref. tamaño acumulador						
		1500RB	2000RB	2500RB	3000RB	3500RB	4000RB	5000RB
Capacidad de ACS	l.	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
Temp. máx. en continuo depósito de A.C.S.	°C	90	90	90	90	90	90	90
Presión máx. depósito de A.C.S.	bar	8	8	8	8	8	8	8
Peso en vacío (aprox.)	Kg.	390	450	630	690	755	880	1040
KW/a: Entrada de agua fría/desagüe	°GAS/M	2	2	3	3	3	3	3
ww: Salida de ACS	°GAS/M	2	2	3	3	3	3	3
z: recirculación	°GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
R: conexión resistencia	°GAS/M	2	2	2	2	2	2	2
lnc conexión sensores laterales	°GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Diámetro exterior: A	mm	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910
Longitud total: B	mm	1830	2280	2015	2305	2580	2310	2710
Cota D	mm	175	175	200	200	200	200	200
Cota E	mm	680	680	905	805	805	875	875
Cota F	mm	330	780	300	530	875	465	870
Cota G	mm	1110	1555	1250	1540	1755	1460	1805

## 12.20 VASOS DE EXPANSIÓN CIRCUITO SOLAR

### 12.20.1 VASO EXPANSIÓN CIRCUITO PRIMARIO

Modelo 350 SMR INDUSTRIAS IBAONDO S.A.

**350 SMR**



[Ver imagen grande](#)

**350 SMR**

	
Tipo	350 SMR
Presión Max.Bar	10 BAR
Temperatura Mínima/Máxima	-10+130°C
Capacidad	300 L
Precarga	2,5 BAR
Dimensiones	485x1965
Conexión Agua R.	1 1/2
Peso Kg.	60.00
Codigo	03300070

### 12.20.2 VASO EXPANSIÓN CIRCUITO SECUNDARIO



Peso Kg.	Codigo	Tipo	Capacidad	Presión Max.	Dimensiones	Conexión Agua R
0,8	02002070	2-SMF	2 Lts.	10 BAR	110x245	3/4
2,00	02005070	5 SMF	5 L	10 BAR	200x250	3/4
2,50	02008070	8 SMF	8 L	10 BAR	200x340	3/4
3,20	02012070	12 SMF	12 L	10 BAR	270x310	3/4
4,00	02018070	18 SMF	18 L	10 BAR	270x415	3/4
4,50	02024070	24 SMF	24 L	8 BAR	320x430	3/4

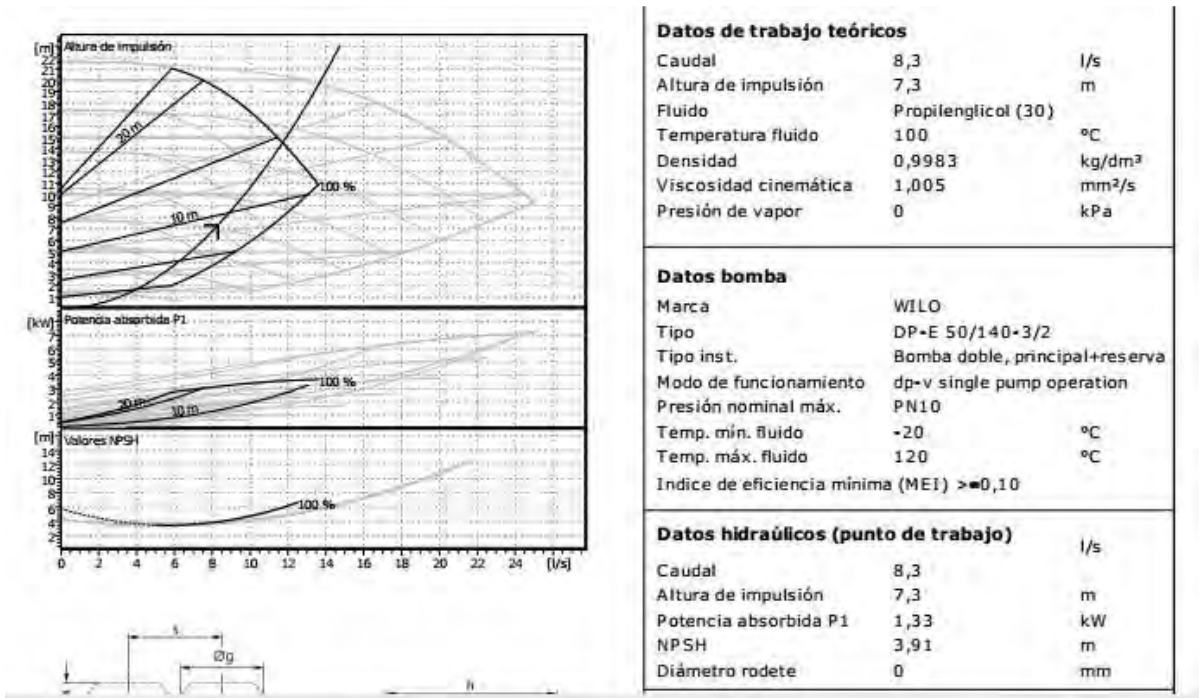
12.21

BOMBAS CIRCUITO SOLAR

12.21.1

BOMBA PRIMARIO

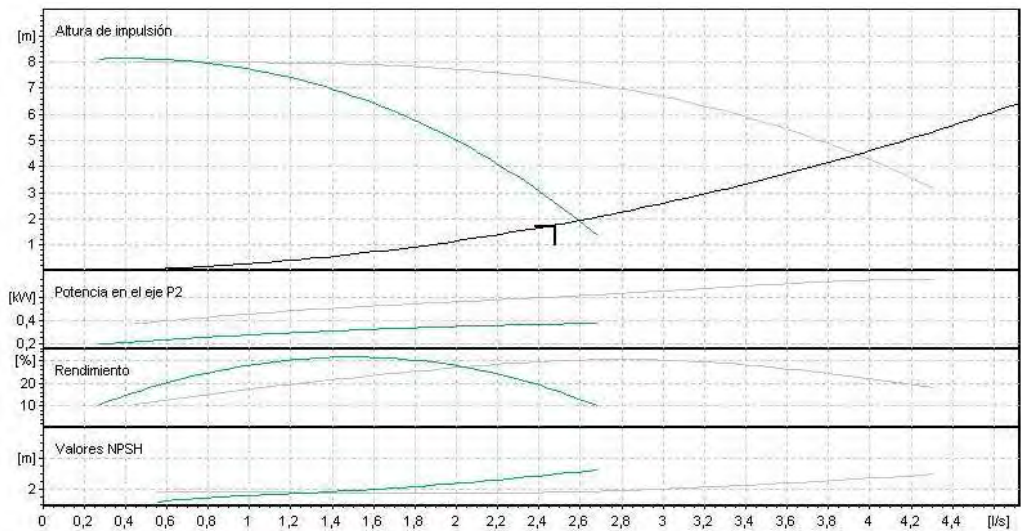
Se ha escogido una bomba WILO. Modelo: DPE 50/140-3/2





12.21.2 BOMBA SECUNDARIO

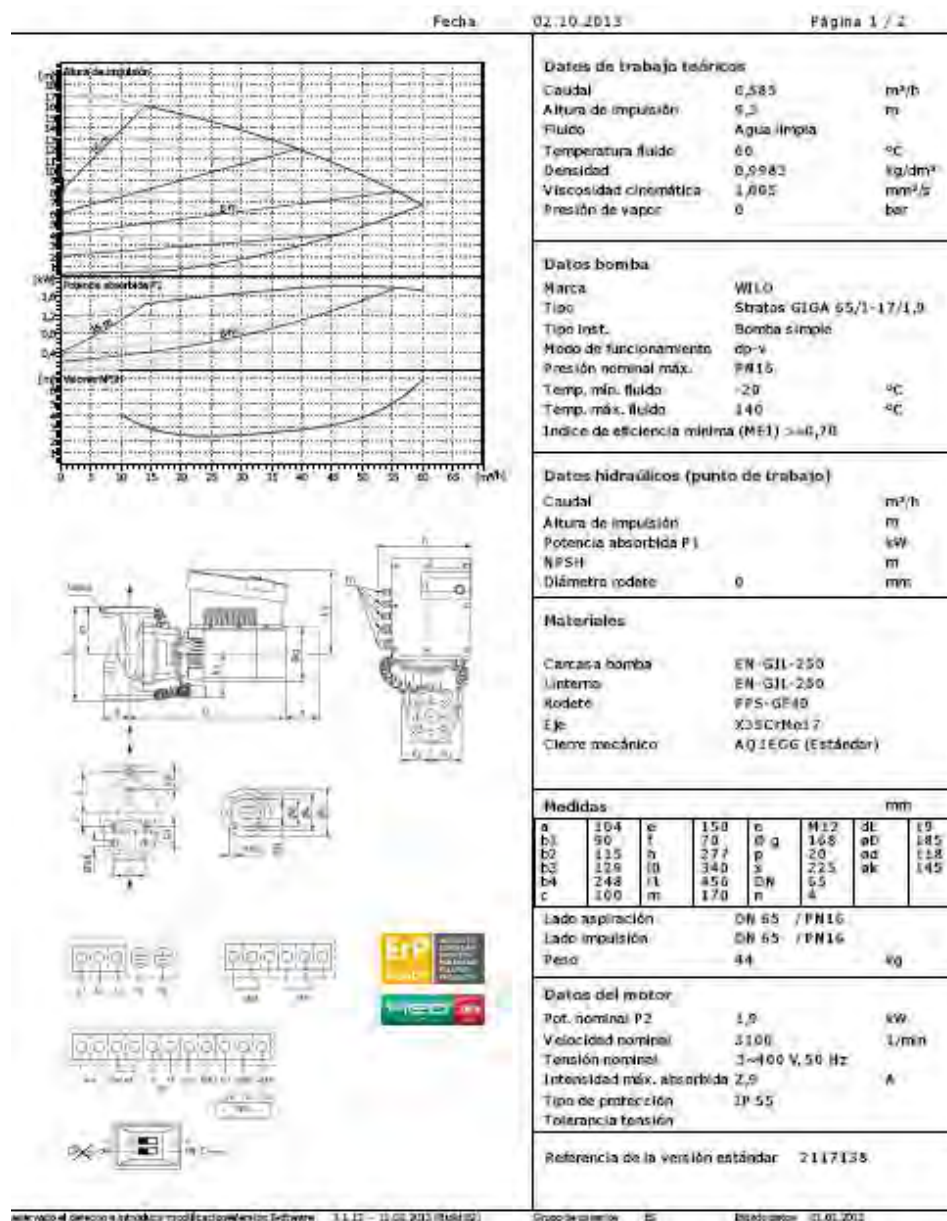
Se ha escogido una bomba WILO. Modelo: DPL 32/90-0,37/2



Datos de trabajo teóricos		
Caudal	2,48	l/s
Altura de impulsión	1,77	m
Fluido	Propilenglicol (30)	
Temperatura fluido	60	°C
Densidad	998,3	kg/m³
Viscosidad cinemática	0,003618	m²/h
Presión de vapor	0	kPa
Datos bomba		
Marca	WILO	
Tipo	DPL 32/90-0,37/2	
Tipo inst.	Bomba doble, principal+reserva	
Presión nominal máx.	PN10	
Temp. mín. fluido	-20	°C
Temp. máx. fluido	120	°C
Índice de eficiencia mínima (MEI)	≥0,10	
Datos hidráulicos (punto de trabajo)		
Caudal	2,59	l/s
Altura de impulsión	1,94	m
Potencia en el eje P2	0,371	kW
Velocidad	0	1/min
NPSH	3,16	m
Diámetro rodete	87	mm

## 12.21.3 BOMBA RETORNO ACS

La bomba utilizada es: WILO Stratos GIGA 65/1-17/1,9



## 12.22 BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICA

# dynaCIAT

## Prestaciones

"de alta eficacia"



3 series, 15 modelos para satisfacer todas las exigencias

DYNACIAT LG / LBP									
Nº	POT. (kW)		CALORÍFICO (kW)		DIMENSIONES (mm)			PESO (kg)	
	PI	PA	PI	PA	Long.	Ancho	Altura		
120 V	34,7	7,5	33,9	9,3	798	88,3	1201	230	
180 V	45,6	9,8	42,7	11,9	798	88,3	1201	300	
240 V	61,5	13,0	59,4	16,4	1492	88,3	1201	385	
300 V	69,0	15,2	70,4	18,8	1492	88,3	1201	390	
330 V	91,3	19,2	105,3	25,9	1492	88,3	1201	590	
330 V	105,1	22,3	120,8	27,4	1492	88,3	1201	630	
400 V	119,3	25,4	137,7	31,3	1492	88,3	1201	665	
500 V	147,6	32,0	169,6	39,1	1492	88,3	1201	735	
540 V	159,6	34,4	164,1	42,6	2380	88,3	1201	930	
600 V	182,4	38,4	205,0	48,2	2380	88,3	1201	1125	
753 Z	206,0	55,0	250,0	66,0	2200	88,0	1681	1045	
809 Z	249,0	67,0	301,0	85,0	2200	88,0	1681	1223	
1009 Z	272,0	74,0	330,0	92,0	2200	88,0	1681	1223	
1100 Z	315,2	78,3	374,15	95,5	2200	88,0	1681	1321	
1338 Z	347,0	85,5	413,10	104,0	2200	88,0	1681	1413	

(1) Temperatura de salida del agua fría 7°C. (2) Temperatura de salida del agua fría 12°C.

(3) Temperatura de salida del agua fría 7°C. (4) Temperatura de salida del agua fría 12°C.

DYNACIAT ILB									
Nº	POT. (kW)		CALORÍFICO (kW)		DIMENSIONES (mm)			PESO (kg)	
	PI	PA	PI	PA	Long.	Ancho	Altura		
120 V	29,2	8,0	30,8	9,1	798	88,3	1201	226	
180 V	39,0	10,2	40,8	11,7	798	88,3	1201	289	
240 V	50,8	13,9	57,9	16,1	1492	88,3	1201	379	
300 V	59,1	15,8	78,8	18,1	1492	88,3	1201	452	
330 V	77,0	20,2	101,5	23,3	1492	88,3	1201	595	

(1) Temperatura de salida del agua fría 7°C. (2) Temperatura de salida del agua fría 12°C.

(3) Temperatura de salida del agua fría 7°C. (4) Temperatura de salida del agua fría 12°C.

DYNACIAT LBN						
Nº	POT. (kW)		DIMENSIONES (mm)			PESO (kg)
	PI	PA	Long.	Ancho	Altura	
120 Z	27,8	7,4	798	88,3	1201	205
180 Z	40,6	11,1	798	88,3	1201	270
240 Z	54,8	14,9	1492	88,3	1201	350
300 Z	67,2	18,8	1492	88,3	1201	380
330 Z	81,1	22,2	1492	88,3	1201	490
400 Z	95,3	26,5	1492	88,3	1201	510
500 Z	110,4	30,4	1492	88,3	1201	545
600 Z	123,9	36,9	1492	88,3	1201	590
640 Z	148,3	41,3	2380	88,3	1201	805
800 Z	182,2	44,8	2380	88,3	1201	925
1000 Z	204	55,0	2200	88,0	1681	975
1000 Z	245	67,0	2200	88,0	1681	1135
1000 Z	266	73,0	2200	88,0	1681	1135
1100 Z	298,0	81,7	2200	88,0	1681	1161
1300 Z	327,0	90,0	2200	88,0	1681	1229

(1) Temperatura de salida del agua fría 7°C. (2) Temperatura de salida del agua fría 12°C.

PI: potencia/fuerza frigorífica. PA: potencia/fuerza calefactiva. PA: potencia/fuerza absorbida.

EQUIPOS	
Compresores SCROLL	Estándar
Intercambiadores eléctricos de agua (ICG)	Estándar
Modulo "MOBILISS"	Estándar
Regulación electrónica AUTOMATICA	Estándar
Circuito de agua en función de la temperatura exterior	Estándar
Pantalla LCD multilingüe	Estándar
Amplia gama de utilización	Estándar
Funcionamiento AUTOMATICO DE BOMBA	Estándar
Protección anti-hielo	Estándar
Interruptor general	Estándar
Self start	Opcional
Regulador de fase	Opcional
Control del caudal de agua	Estándar
Comunicación protocolo abierto MODBUS/RS485	Estándar
Comunicación protocolo CANWORKS	Opcional (LG LBP y LGN)
Mando a distancia	Opcional
Asignar de comunicación de control remoto	Opcional
Maquina de conexión de cables	Opcional
Filtro de agua	Opcional

## 13. BIBLIOGRAFÍA



1. **Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (R.I.T.E)** y sus instrucciones complementarias (ite)". 2007
2. **Saint-gobain cristalería, s.a.** "Manual de conductos de aire acondicionado climaver".2007.
3. **Apuntes ingeniería energética.** Energía y sociedad. Antonio Lecuona Neuman (Departamento de Ingeniería Térmica de Fluidos de Universidad Carlos III)
4. **Apuntes calor y frío.** ACSy climatización. Antonio Soria Verdugo (Depto. de Ingeniería Térmica de Fluidos de Universidad Carlos III)
5. **La energía en España** (2013). Publicación del ministerio de industria, comercio y turismo.
6. **Análisis global y sectorial de la evolución del consumo y de la intensidad energética en España.** IDAE
7. **Guía técnica de agua caliente sanitaria central.** Ahorro y eficiencia energética de climatización.
8. **Roadmap 2050.** "a practical guide to a prosperous, low-carbon europe".
9. **Apuntes instalaciones industriales I y II.** Sr. Peón (Depto. de mecánica de Universidad Politécnica de Madrid) .
10. **Eneragen.** "Energía solar térmica y fotovoltaica en el marco del código técnico de la edificación". 2008
11. **Código técnico de la edificación.** Documento base HE4 ahorro de energía
12. **Apuntes curso energía solar.** Rafael Ros. Sedical.2006
13. **ekoskan.**"Instalaciones de climatización y ventilación".
14. **Ciatesa.** "Manual de instalaciones".
15. **Psicrometría, métodos de humidificación y dehumidificación y sus aplicaciones en el diseño arquitectónico.** Dr Isaac Pilatowsky.2002
16. **Asit.** "Guía energía solar". 2008
17. **Enertres.** "Eficiencia Energética en Calefacción y Refrigeración: Aprovechamientos Geotérmicos mediante Bomba de Calor 2009"
18. **Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica.** IDEA
19. **Ecoforest.** "Geotermia el calor de la tierra".2012
20. **Vaillant.** "Geotermia".2010
21. **Fundación de la energía de la comunidad de Madrid.** Guía de la Energía Geotérmica.

#### **Páginas web utilizadas:**

1. [http://www.cat-coacm.es/es/consultas-resueltas-consultas-resueltas-por-cat-coacm.zhtm?corp=cat-coacm&arg\\_id\\_etiqueta=218&arg\\_url\\_left=192&arg\\_pagina=0](http://www.cat-coacm.es/es/consultas-resueltas-consultas-resueltas-por-cat-coacm.zhtm?corp=cat-coacm&arg_id_etiqueta=218&arg_url_left=192&arg_pagina=0)
2. <http://www.gerenciadeedificios.com/200901201930/articulos/tecnologia/l-a-ropa-sucia-se-lava-en-casa.html>
3. <http://www.gasnaturaldistribucion.com/servlet/ficheros/1297116515606/654%5C885%5CCriterios generales de diseno v2 ESP ReguladoGas ES,8.pdf>
4. [http://www.junkers.es/usuario\\_final/productos/catalogo\\_usuario/producto\\_7360](http://www.junkers.es/usuario_final/productos/catalogo_usuario/producto_7360)

5. <http://www.azimut-energias.com/productos/Acumuladores%20Verticales.pdf>
6. [http://www.tecnolcalor.com/catalogo/Agua-caliente-sanitaria-\(ACS\)\\_c5/Intercambiadores-de-calor-de-placas-para-A.C.S.-e-industria-climatica\\_f24/](http://www.tecnolcalor.com/catalogo/Agua-caliente-sanitaria-(ACS)_c5/Intercambiadores-de-calor-de-placas-para-A.C.S.-e-industria-climatica_f24/)
7. [http://www.clever.com.es/uploads/paginas\\_productos\\_flow/9/file/Tecnico\\_Multicapa.pdf](http://www.clever.com.es/uploads/paginas_productos_flow/9/file/Tecnico_Multicapa.pdf)
8. [http://www.alb.es/sistema\\_tubo\\_multicapa.pdf](http://www.alb.es/sistema_tubo_multicapa.pdf)
9. [http://www.giacomini.com/export/sites/default/es/download\\_gallery/pdf\\_catalogo\\_doc\\_tec\\_spagna/familia\\_10/1264667681631\\_R999-E-.pdf](http://www.giacomini.com/export/sites/default/es/download_gallery/pdf_catalogo_doc_tec_spagna/familia_10/1264667681631_R999-E-.pdf)
10. <http://www.monografias.com/trabajos88/simultaneidad-consumos-agua-instalaciones/simultaneidad-consumos-agua-instalaciones2.shtml>
11. [http://www.frioycalor.info/AguayGas/CalculoInstalacionesAgua\\_Hs4.pdf](http://www.frioycalor.info/AguayGas/CalculoInstalacionesAgua_Hs4.pdf)
12. <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/rite/reconocidos/reconocidos/acs.pdf>
13. <http://books.google.es/books?id=4ejoM7DU7DsC&pg=PP5&lpg=PP5&dq=manual+de+climatizacion+pinazo&source=bl&ots=uF51dfA8Ua&sig=-zcXEBObSVg5nmR0URzrPHLrtCc&hl=es&sa=X&ei=WDC2UPL8CsmlhQe0moCwDQ&sqi=2&ved=0CEIQ6AEwAw>
14. <http://www.intarcon.es/calculadora/calc.html>
15. [http://www.sudifri.com/sec\\_5/13%20CALCULO%20RAPIDO%20CAMARAS%20FRIGORIFICAS.pdf](http://www.sudifri.com/sec_5/13%20CALCULO%20RAPIDO%20CAMARAS%20FRIGORIFICAS.pdf)
16. <http://es.scribd.com/doc/58759870/calculo-potencia-frigorifica>
17. [http://personales.upv.es/vsoto/index\\_archivos/FTP/Tuberias/FL.pdf](http://personales.upv.es/vsoto/index_archivos/FTP/Tuberias/FL.pdf)
18. [http://www.schako.com/project/cat\\_sp/pdf/Aquaris-silent.pdf](http://www.schako.com/project/cat_sp/pdf/Aquaris-silent.pdf)
19. <http://download.aermec.com/support/docs/schede/sfhx2us.pdf>
20. [http://download.aermec.com/support/docs/schede/fcx\\_p\\_es.pdf](http://download.aermec.com/support/docs/schede/fcx_p_es.pdf)
21. [http://www.solerpalau.es/formacion\\_01\\_31.html](http://www.solerpalau.es/formacion_01_31.html)
22. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Caudales-De-Ventilacion-De-Una-Cocina/1177819.html>
23. <http://es.scribd.com/doc/46644115/CALCULO-DE-CAUDALES>